Beitrag zur Kenntnis der Reteporiden

mit besonderer Berücksichtigung der Formbildungsgesetze ihrer Zoarien und einem Bericht über die dabei angewandte neue Methode für Untersuchungen auf dem Meeresgrund

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades genehmigt von der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

Von

Hans Hass

aus Wien

Tag der mündlichen Prüfung: 2. Februar 1944

Tag der Promotion: 22. Februar 1944



STUTTGART

E. SCHWEIZERBART'SCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG

(ERWIN NÄGELE)

Referenten: Prof. Dr. J. Feuerborn
Prof. Dr. W. Ulrich

Die Arbeit erschien im Jahre 1948 als Heft 101 der „Zoologica“

Druck: A. Oelschläger'sche Buchdruckerei Calw / Württ.

Vorwort.

Das wissenschaftliche Material, das die in dieser Arbeit niedergelegten Untersuchungsergebnisse ermöglicht hat, ist einer neuen Tauchmethode zu verdanken, deren Vervollkommnung und zukünftige Bedeutung weiter unten noch näher gekennzeichnet werden sollen. Sie nahm ihren Ursprung in dem sportlichen Verfahren, mit einem Speer unter Wasser schwimmend auf Fische zu jagen. Die ersten derartigen Versuche wurden 1937 im felsigen Küstengebiet der französischen Riviera begonnen und im darauffolgenden Sommer in Dalmatien fortgesetzt. Wichtigste Voraussetzung solcher Unterwasserjagd sind wasserdichte Brillen, die erst das klare Sehen unter Wasser ermöglichen. Die Kunst des Jägers besteht darin, sich mit vorsichtigen Bewegungen so nahe an Fische heranzupirschen, daß er sie mit kräftigem Stoß seines Speeres durchbohren kann (HASS, 1939)[1]. Diese Jagd, die naturgemäß Übung und auch eine gewisse Geschicklichkeit erfordert, aber auch schon das bloße Unterwasserschwimmen mit Brille bietet die Möglichkeit, Fische und andere Meerestiere in ihrem natürlichen Lebensbereich kennenzulernen und dabei mancherlei Beobachtungen anzustellen, die in einem Aquarium nicht möglich sind. Fast jede Fischart ist anders in ihren Gewohnheiten, aber auch in bezug auf Intelligenz und Temperament, und es gelingt erst dann die Tiere zu überlisten, wenn man sich danach zu richten weiß. Auch Sinnesschärfe und Reaktionsvermögen der Fische sind vielfach grundverschieden, und weil jede Schwimmbewegung des Jägers bestimmte Reaktionsbewegungen der Tiere zur Folge hat, erwirbt er mit der Zeit eine gute praktische Erfahrung über das Wahrnehmungsvermögen und die Reaktionsweise der einzelnen Arten. Da es bei solchen Jagden naturgemäß vorkommt, daß Fische nur verletzt, aber nicht erbeutet werden, bietet sich auch die Möglichkeit, das Verhalten verletzter Tiere zu studieren, das vielfach nicht nur entsprechend dem Charakter der Verletzung, sondern auch entsprechend der Art, welcher sie angehören, verschieden ist.

In Dalmatien wurde die freitauchende Jagdmethode auch in den Dienst der Unterwasserphotographie gestellt, deren Technik bereits in einer anderen Schrift (HASS, 1942) ausführliche Darstellung fand. Da es meist schwieriger ist, einen Fisch gut zu photographieren, als ihn nur mit dem Speer zu treffen, erforderte die Unterwasserjagd mit der Kamera ein noch weit innigeres Eingehen auf die Eigenheiten der einzelnen Arten und hatte demgemäß auch manche Beobachtung tierpsychologischer Art zur Folge. Weil zu dieser Zeit noch eine Tauchdauer von 2 Minuten und eine Tauchtiefe von 12 Metern die Grenze des uns Möglichen darstellte, wurde bei Arbeiten in größerer Tiefe ein Taucherhelm verwendet, der nach dem Vorbild jener von LONGLEY und WILLIAM BEEBE benützten angefertigt war. Abstiege mit einem solchen Helm sind jedoch ziemlich beschwerlich, und auch die Bewegungsfreiheit ist gering. Außerdem kommt der plump über den Meeresgrund schreitende Helmtaucher ähnlich dem Skaphandertaucher nie in so innigen Kontakt mit den schwimmenden Meerestieren, wie es möglich ist, wenn man selbst schwimmend unter ihnen verweilt. Die freischwimmende Tauchmethode wurde durch Verwendung elastischer

[1]) Tauchliteratur, p. 136.

Fußflossen noch wesentlich verbessert, wodurch nicht nur schnelleres Schwimmen ermöglicht wird, sondern auch beide Hände etwa zur Bedienung einer Kamera freibleiben.

Die nächste Excursion, die 1939 mit bescheidenen Mitteln und unter ziemlich schwierigen Umständen zur Durchführung gelangte, führte nach den westindischen Inseln Curaçao und Bonaire. Teilnehmer waren drei Studenten verschiedener Fakultäten, unter welchen sich allerdings noch immer kein Zoologe befand. Auch dieser Reise lag dementsprechend noch keine wissenschaftliche Zielsetzung zugrunde, sondern einfach der Wunsch, die vielgepriesene Schönheit der Korallenriffe aus eigener Anschauung kennen zu lernen, die Lebensweise ihrer bunten Bewohner zu studieren und ihnen mit Speer und Kamera nachzustellen. Da auch der Verlauf und die Erfahrung dieser Excursion bereits in einer gesonderten Schrift (HASS, 1941) Berücksichtigung fanden, sei hier nur ganz allgemein auf die dortigen Arbeiten verwiesen, um die vielseitigen Möglichkeiten der neuen Tauchmethode für biologische bzw. ökologische Untersuchungen näher zu beleuchten.

Während des achtmonatigen Aufenthaltes in Westindien wurde im Gebiet der Südküste von Bonaire (bzw. Little Bonaire) und an fast allen Küstenteilen von Curaçao die Facies des Meeresgrundes bis 20 m Tiefe durch Unterwasseraufnahmen festgehalten, und es gelang auch von fast allen tagsüber im Litoral anzutreffenden größeren Fischarten, sowie von Schildkröten, Rochen und Haien Unterwasserphotographien und Filmstreifen aufzunehmen, welche die Tiere in ihrer natürlichen Umgebung zeigen[2]). Dabei wurden mancherlei Beobachtungen über Lebensweise, Nahrungsaufnahme und Formen der Vergesellschaftung angestellt. Besondere Aufmerksamkeit erregte der auffallende Farbwechsel vieler tropischer Fische, der offenbar mit den verschiedensten psychischen Vorgängen verknüpft in Erscheinung tritt. Auch Liebesspiele konnten bei mehreren Arten beobachtet werden, und die wiederholt gemachte Erfahrung, daß Plätze, an denen Fische harpuniert worden waren, sich in den darauffolgenden Tagen auffällig wenig bevölkert zeigten, dürfte eine weitere Bestätigung der Wirksamkeit des von FRISCH entdeckten Schreckstoffes darstellen. Besonders interessant war die in einem Moment der Gefahr zufällig entdeckte Tatsache, daß man attackierende Haie durch unter dem Wasser ausgestoßene Schreie abschrecken kann. In diesem Zusammenhang wurden auch einige Versuche durchgeführt, die zu dem Schluß führten, daß jene Haie, die stets nach Harpunierung eines Fisches plötzlich herangestürmt zu kommen pflegten, nicht durch den Geruch des ausströmenden Blutes, sondern durch die Wahrnehmung des erschreckten Flossenschlages angelockt worden waren. Da es durch Schläge mit den eigenen Fußflossen nicht gelang, ein ähnliches Ergebnis zu erzielen, schien der Schluß berechtigt, daß Haie nicht nur den Lärm an und für sich wahrnehmen, sondern auch zwischen verschiedenen „Schwingungsmelodien" unterscheiden können (HASS, 1941, p. 165 f.).

So gut sich diese freitauchende Untersuchungs- und Sammelmethode für die Erforschung des Litorals auch eignete, so haftete ihr doch noch der Mangel an, daß nur ein ge-

[2]) Frau ERNA MOHR (1942, „Der Zoolog. Garten", v. 14, Heft 4, p. 222) stellte hinsichtlich dieser Unterwasserphotographien und ihres wissenschaftlichen Wertes fest: „Ich muß sagen, daß ein gutes, klares, im Aquarium aufgenommenes Bild, das mir alle nötigen Einzelheiten zeigt, von unendlich viel höherem wissenschaftlichem und didaktischem Wert ist, als diese im Meer gewonnenen ‚Naturkunden', selbst wenn diese unter Lebensgefahr beschafft sein sollten", und später: „Ich gehe noch weiter und erkläre eine anständige Zeichnung, auf der ich alles Nötige sehen und zählen kann, für wissenschaftlich wesentlich wertvoller, als ein künstlerisches Photo, das mir nur einen Habituseindruck verschaffen kann." Es fragt sich, ob dies Urteil nicht doch zu sehr aus dem Sichtwinkel des „Nur-Systematikers" abgegeben wurde, weil doch sonst damit der Freilandphotographie von Tieren überhaupt der Wert abgesprochen wäre, der ihr in der modernen Naturwissenschaft jedoch offenbar zuerkannt wird.

übter Sportsmann derartige Tauchleistungen vollbringen kann, und sie auch ihm jedenfalls nur innerhalb bestimmter Altersgrenzen möglich sind. Denn zweifellos ist das dauernde Atemanhalten gesundheitsschädlich. Es richtete sich deshalb unser Bestreben darauf, ein kleines Atmungsgerät zu ersinnen, welches sowohl länger als auch tiefer zu tauchen ermöglichen und gleichzeitig beim Schwimmen unter Wasser nicht behindern sollte. Bei der Verwirklichung dieses Planes stand uns vor allem Herr Oberingenieur STELZNER mit seiner großen Erfahrung zur Seite, und wenn es uns tatsächlich bereits während der Griechenlandexpedition 1942 möglich war, das gewünschte Gerät praktisch zu erproben, dann verdanken wir dies in erster Linie dem verständnisvollen Entgegenkommen des Drägerwerkes in Lübeck, dessen beteiligten Stellen hiermit der wärmste Dank ausgesprochen sei.

Die Expedition, die trotz der erschwerenden Kriegsverhältnisse in den Monaten Juli bis Oktober 1942 zur Durchführung gelangte, arbeitete im Bereich des griechischen Inselarchipels zwischen den nördlichen Sporaden und Kreta. Hauptsächliche Aufgabe dieser Expedition bestand darin, neue Unterwassergeräte im praktischen Einsatz zu erproben und Filmaufnahmen auf dem Meeresgrunde herzustellen. Leider ging durch Kriegsumstände und sonstige Schwierigkeiten mehr als ein Monat der so karg bemessenen Zeit verloren, so daß auch die geplanten biologischen Untersuchungen vielfach in großer Hast vorgenommen werden mußten. Wenn es trotzdem möglich war, mancherlei wertvolles Material und eine Fülle interessanter Erfahrungen zu sammeln, dann ist dies hauptsächlich dem neuen Tauchgerät zu danken, das sich über alle Erwartungen gut bewährte. Mit seiner Hilfe wurde es sogar möglich, weit im Innern unterseeischer Höhlen Untersuchungen vorzunehmen und auch sehr empfindliches Material unversehrt zur Oberfläche zu bringen, was mit den bisher bekannten Mitteln in ähnlicher Form kaum möglich gewesen wäre. Wenn hier von einigen seltenen Filmaufnahmen abgesehen wird, auf welchen das Treiben ganzer Haifischrudel sowie großer Rochen und mit den Haien gemeinsam jagender solitärer Thune festgehalten werden konnte, dann muß besonders auf die reiche Ausbeute an Bryozoen, speziell an Reteporen verwiesen werden, von welch letzteren allein an die 1500 unversehrte Zoarien heimgebracht werden konnten.

Diese seltene Ausbeute wurde nach der Rückkehr an das Zoologische Institut der Berliner Universität zur Anregung, die gesammelten Reteporen zum Gegenstand einer eingehenden Untersuchung zu machen. Im Hinblick auf die Formenmannigfaltigkeit und die Schwierigkeit einer sicheren Determination wurde die Notwendigkeit nahegelegt, zunächst den Formenbildungsgesetzen dieser Bryozoen nachzugehen. Da die bisherigen Unterseearbeiten im wesentlichen nur dem Sammeln, Beobachten und Erproben der Methodik ohne systematischer Fragestellung gegolten hatten, erschien es wünschenswert, genauere Untersuchungen, auch experimenteller Art, an schon bekannten Arten vorzunehmen. Entgegenkommenderweise wurde mir im Frühjahr 1943 für diesen Zweck der Arbeitsplatz der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft an der zoologischen Station in Neapel zur Verfügung gestellt.

Der Zeitpunkt dieser Reise war leider nicht sehr günstig, denn fast täglich wurde Neapel von Bombenangriffen heimgesucht. Deshalb war auch die berühmte Bibliothek der Station bereits in Sicherheit gebracht worden, so daß die wichtigste Literatur in Photokopien von Berlin mitgenommen werden mußte. Während des drei Monate (vom 20. April bis 23. Juli 1943) langen Aufenthaltes war ich der einzige und letzte Gast der Station. Ich schulde Herrn Professor DOHRN und Herrn Professor MONTALENTI, sowie der bewährten Dienerschaft des Aquariums besonderen Dank, daß trotz dieser schwierigen Zeit meine Arbeit in jeder möglichen Form gefördert wurde. Die größten Schwierigkeiten bereitete es, die behörd-

liche Genehmigung für Tauch- und Photoarbeiten im Golf von Neapel zu erhalten. Als sie dann nach 8 Wochen endlich erteilt wurde, war es schon fast zu spät. Es konnte zwar noch mit gutem Ergebnis 10 Tage lang an der Küste von Capri gearbeitet werden, doch dann zwang die sich immer mehr verschärfende Kriegslage, die begonnenen Untersuchungen vorzeitig wieder abzubrechen. Ich übersiedelte an das meereskundliche Institut von Rovigno, wo mir freundlicherweise von Professor HÄMMERLING ein Arbeitsplatz zugesagt worden war. Bei der Abreise von Neapel wären noch beinahe sämtliche Ausrüstungen, Sammlungen, Aufzeichnungen (auch das mitgeführte griechische Material) vernichtet worden. Durch einen überraschend geführten Tiefangriff auf den Hauptbahnhof wurde mein Zug in Brand geworfen, und es gelang nur in letzter Minute, den größeren Teil des Gepäcks aus dem brennenden und versperrten Packwagen zu retten. Dabei wurden die Kisten kurzerhand zum Fenster hinausgeworfen, und es spricht für die Güte der Verpackung in Sägemehl, daß zwar die Kisten manchen Sprung bekamen, die Sammlungen leichtzerbrechlicher Reteporen dagegen unversehrt geblieben sind. Auch in Rom geriet der Transport in den ersten Großangriff und in die darauf einsetzende Massenflucht der Bevölkerung, doch sei dies nur nebenbei gesagt, um anzudeuten, unter welchen Schwierigkeiten diese Arbeit zustande kam. In Rovigno ergab sich leider nur die Möglichkeit zu einem einzigen, allerdings erfolgreichen Tauchabstieg. Wegen der damaligen politischen Lage und auch wegen einer bösartigen Infektion der Hand mußte schon nach dreitägiger Anwesenheit der Aufenthalt wieder abgebrochen werden. Die Arbeit wurde dann in den Monaten August–November 1943 am Zoologischen Institut der Wiener Universität abgeschlossen.

Obgleich infolge dieser kriegsbedingten Schwierigkeiten die Untersuchungen nicht in dem geplanten Umfang durch- und zu Ende geführt werden konnten, faßte ich doch den Entschluß, die folgenden Ausführungen vorzulegen, da eine Weiterführung in absehbarer Zeit unmöglich ist und das vorhandene Untersuchungsmaterial immerhin eine Reihe von Feststellungen ermöglicht hat, die unsere Kenntnis der Reteporen in einigen wesentlichen Punkten zu erweitern erscheinen. Auch dürfte der Hinweis auf die neue Methode unterseeischer Forschungsarbeit willkommen sein.

An dieser Stelle sei vor allem meinen Kameraden Dr. JÖRG BÖHLER und ALFRED VON WURZIAN gedacht, welche die neue Tauchmethode vom ersten Beginn unter häufigem lebensgefährlichen Einsatz zu entwickeln halfen, sowie den übrigen Expeditionsteilnehmern Dr. ALBRECHT BECKH, HEINZ GERVAIS und ALFONS HOCHHAUSER. Besonderer Dank gebührt den Herren Kapitänen RICKERT und SCHRÖTER, welche vornehmlich die Durchführung des Griechenlandunternehmens betreuten, sowie allen weiteren beteiligten Stellen in Griechenland und Neapel. Herrn Professor MAX HARTMANN danke ich für einige wertvolle Hinweise bezüglich der Verhältnisse in Griechenland und Herrn Professor P. BUCHNER für einen brieflichen Ratschlag betreffend Retepora. Vergleichsmaterial wurde mir vom Senckenberg-Museum, und eine größere Sammlung vom Museum für Naturkunde in Berlin zur Verfügung gestellt, wofür ich Herrn Professor ARNDT verpflichtet bin. Mit besonderer Verehrung danke ich auch Herrn Professor Dr. R. HESSE für einige wertvolle Ratschläge.

Die Anregung zu dieser Arbeit empfing ich von meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. FEUERBORN, der ihrem Verlauf stets mit gütigem Interesse folgte und ihr durch wertvolle Kritik den richtigen Weg wies.

Inhaltsverzeichnis.

Zweiter Hauptteil: Seite

Einführender Teil.

1. Über die angewandte neue Tauchmethode.

Eine ausführliche Darstellung der „Entwicklung der Naturforschung unter Wasser im Tauchgerät" unter Berücksichtigung der bisher erfolgten diesbezüglichen Versuche und Veröffentlichungen stammt von Professor WASMUND (1938), der selbst mit einem Schlauchgerät in den deutschen Meeren tätig war. Den dort gebotenen umfassenden Ausführungen über die bisherigen Arbeiten kann mit Ausnahme einer kleinen Richtigstellung in der Beurteilung der „Tauchhaube", die WASMUND aus eigener Erfahrung nicht kannte, kaum etwas hinzugefügt werden. Einige allgemeine Hinweise und technische Winke sind auch einer früheren Arbeit (HASS, 1942) zu entnehmen, bei deren Niederschrift dem Verfasser allerdings die oben zitierte Veröffentlichung noch nicht bekannt gewesen ist.

Die ursprünglichste und einfachste Methode ist, freischwimmend unter Wasser zu tauchen. Leider ist der menschliche Organismus im Gegensatz zu jenem einiger anderer Säugetiere für den Aufenthalt unter Wasser sehr wenig geeignet, vor allem setzen ihm seine kurze Atemspanne und die Druckempfindlichkeit des Trommelfells enge Schranken. Die längstmögliche Tauchdauer beträgt bei guten Sportsleuten etwa 2 Minuten. Durch Training und besondere Atemtechnik kann höchstens eine doppelt so lange Zeitspanne erzielt werden, doch handelt es sich dann bereits um einmalige Anstrengungen, die zur völligen Erschöpfung führen und sicherlich gesundheitsschädlich sind. Was die mögliche Tauchtiefe betrifft, so erreicht ein nicht besonders trainierter Mensch kaum mehr als 5 m; dann wird der Wasserdruck in den Ohren zu stark. Perlentaucher sollen, Zeitungsmeldungen zufolge, mit einem Stein bis 30 m und 40 m hinabtauchen können, doch fehlt es meines Wissens an einer exakten Überprüfung dieser Angaben. Eigene Beobachtungen bei japanischen Perlentaucherinnen haben zu keinen solchen Erfahrungen geführt. Versuchen zufolge, die HELLER-MAJER-VON SCHRÖTER (fide STIEGLER, R. 1913) an Leichen ausführte, soll das Trommelfell einen Druck von 18 bis 22 m Wassertiefe (1,8 bis 2,2 atü) aushalten können. Auf Grund der Tatsache, daß schon ein geringer intrathorakaler Unterdruck für den Menschen lebensgefährlich ist (Absturzkrankheit der Skaphandertaucher!), errechnete STIEGLER bei einem Lungeninhalt von maximal 4500 ccm und minimal 1000 ccm die theoretisch höchstmögliche Tauchtiefe eines Schwimmers auf 35 m Wassertiefe. In den britischen Schutzgebieten wurde auf Grund häufiger Unglücksfälle für Schwammfischer und Perlentaucher die zulässige Maximaltiefe mit 18 m festgesetzt. Während unserer Curaçao-Expedition ist dem Teilnehmer JÖRG BÖHLER in schätzungsweise 18 m Tiefe ein Trommelfell geplatzt, welches allerdings bald wieder zugeheilt ist und später die Belastung ähnlicher Tiefen neuerdings gut vertragen hat. Einen besseren Druckausgleich durch Schlucken zu bewirken, wie es in Tauchgeräten möglich ist, wird freischwimmend sehr schwierig und erfordert längeres Training. Die größte, selbst nackttauchend erreichte und genau ausgelotete Tauchtiefe betrug während der Griechenland-Expedition 17,80 m[3]).

[3]) Weitere Angaben HASS 1942, p. 76 ff.

Das Atmen von Luft atmosphärischen Drucks durch ein zur Oberfläche geleitetes Rohr ist einem Nackttaucher nur mit Mühe in ganz geringen Tiefen (bis 0,5 m) möglich. Dann wird der Wasserdruck auf der Brust zu stark. Dagegen kann man unter Wasser dem Druck der Tiefe entsprechend komprimierte Luft atmen, und auf diesem Prinzip beruhen die Taucherglocken, die schon seit dem Altertum bekannt sind und den Ausgangspunkt für alle späteren Tauchausrüstungen darstellen. Da eine so plumpe Vorrichtung, wie das „Caisson" es ist, nur bestimmten bautechnischen Zwecken — etwa in Werften oder beim Brückenbau — genügen kann, richtete sich das Bestreben des Menschen darauf, nach ähnlichem Prinzip eine Vorrichtung zu ersinnen, die freie Beweglichkeit unter Wasser gewährleistet. Der einfachste Weg zum Erreichen dieses Zieles ist bezeichnenderweise zu allerletzt beschritten worden — nämlich in Form eines über den Kopf gestülpten, nach unten zu offenen Helmes mit Glasfenster, in welchen vermittels eines Gummischlauches von oben Luft herabgepumpt wird. Einen solchen Taucherhelm haben nach MILNE EDWARDS, LONGLEY und BEEBE eine Reihe angelsächsischer Forscher und Sportsleute in südlichen Meeren verwendet, und auch während der erwähnten eigenen Excursionen wurde mit dieser Ausrüstung eine größere Anzahl von Abstiegen bis zu 30 m Tiefe ausgeführt (Taf. II, Fig. 5, 8). Auf Grund dieser eigenen Erfahrung erscheint WASMUND'S Kritik an der „Tauchhaube", wie auch an ihrem Propagator BEEBE etwas zu scharf. Wenn auch zugestanden werden muß, daß die Sicherheit geringer ist als in einem Skaphander, und auch Bewegungsauswahl sowie Tauchzeit (auf Grund der Abkühlung des dem Wasser direkt ausgesetzten Körpers) bestimmten Beschränkungen unterliegen, so kann doch keine Rede davon sein, daß eine Tiefe von 10 m für den Helmtaucher die praktische Grenze darstelle. Unter Voraussetzung warmer Kleidung und einer entsprechend starken Pumpe besteht, physiologisch gesehen, überhaupt kein Grund dafür, warum nicht auch im Helm jede im Skaphander mögliche Tiefe ebenfalls zu erreichen sein sollte. Was die von WASMUND (1938, p. 105) als „ein Unsinn" bezeichnete Äußerung BEEBE's über das Niederspringen von unterseeischen Klippen betrifft, so kann ich nicht umhin, mich in diesem Punkt der Erfahrung des amerikanischen Forschers anzuschließen. WASMUND ist bei diesem Urteil, welches sich eigener Angabe zufolge auf keine persönliche Erfahrung stützt, offenbar in einer Vorstellung befangen, die nur beim Tauchen im Skaphander gerechtfertigt ist. Der nach unten zu offene Helm bietet nicht einmal theoretisch die Möglichkeit für die beim geschlossenen Anzug so gefürchtete Absturzkrankheit, denn ein Unterdruck kann überhaupt nicht entstehen. Ist im Helm zu wenig Luft, dann steigt dort das Wasserniveau eben ein Stück höher, aber das ist auch alles. Deshalb ist auch WASMUND's Besorgnis unbegründet, daß „die Möglichkeiten, die Luftzufuhr entsprechend dem Außendruck zu regeln, auf primitive Signale mit dem Schlauch beschränkt wären". Sofern nur genügend Luft herabgepumpt wird, sind derartige Signale gar nicht nötig. Zu viel Luft kann man ja nicht bekommen, wird aber zu wenig gepumpt, nun, dann zieht man eben wirklich am Schlauch, was immer noch weit praktischer ist, als eine besondere Leine mit sich zu führen, die sich überall leicht verhängt und den Wasserwiderstand des unter Wasser Schreitenden noch mehr vergrößert. Nicht immer muß das „Primitive" auch das Schlechtere sein, im Gegenteil: je weniger Apparatur, um so geringer die Möglichkeiten des Versagens. Unklar ist auch, warum in 5 m mehr Ballast nötig sein sollte, als in geringeren Tiefen, und ebenfalls, warum im Helm mehr Gefahr einer Kohlensäureanreicherung bestünde als im Skaphander (WASMUND, 1938, p. 104). Schließlich braucht der Helmtaucher auch durchaus keine Leiter zum Abstieg auf den Meeresgrund. Wir haben dazu stets nur ein Seil verwendet. Das Be-

schlagen des Fensters vermeidet man durch vorheriges Einreiben mit Tabak, Seife oder Speichel; Gorgonienarten eignen sich auch dazu. Zusammenfassend können wir uns hier nur der Ansicht jener Gelehrten, die aus eigener Erfahrung urteilten, anschließen, daß zumindestens in wärmeren Gewässern der Taucherhelm ein ebenso einfaches, wie auch handliches Gerät darstellt und sich für Beobachtungen und Untersuchungen unter Wasser bestens eignet. Wenn aber BEEBE's gewinnende Worte dazu beitragen, daß sich Jungen aus einem Blechkübel, einer Autopumpe und einem Gartenschlauch ihr Tauchgerät zusammenbasteln, dann ist das nach meiner Anschauung nur erfreulich und für sie auch nicht viel gefährlicher, als so vieles andere, was die moderne Zeit ihnen gestattet. Wir selbst haben auch so begonnen.

Zur Vermeidung einer allzustarken Abkühlung des Körpers durch das Wasser kann der Helm auch mit Kleidungsstücken und zur Erzielung besserer Standsicherheit mit Bleischuhen kombiniert werden. Daraus ergab sich die Konstruktion verschiedener Tauchjacken und vor allem des Skaphanders, der ohne Zweifel das universal verwendbarste und sicherste Tauchgerät unserer Zeit darstellt Um die Beweglichkeit unter Wasser zu erhöhen, kann auch auf den Schlauch verzichtet werden, wobei dann die Atemluft durch komprimierten, in einer Flasche mitgeführten Sauerstoff erneuert und die anfallende Kohlensäure durch Chemikalien absorbiert werden. Hieraus ergeben sich zunächst wieder kleine Geräte, die im Prinzip nur aus Sauerstoffflasche, Kalipatrone, Atemsack und Mundschlauch sowie entsprechenden Ventilen bestehen. Sie dienen hauptsächlich als Rettungsgeräte der U-Bootbesatzungen, werden aber auch mit einem Gummianzug kombiniert als „Kleintauchgerät" verwendet. Schließlich gibt es auch schlauchlose Skaphander, die nurmehr durch eine Signalleine mit der Oberfläche in Verbindung stehen und völlig selbständiges Regulieren der Luftzufuhr und damit auch des Auftriebes ermöglichen.

Sofern diese geschilderten Tauchgeräte auf das Atmen atmosphärischer Luft eingerichtet sind, ist die Aktionsmöglichkeit, welche sie bieten, physiologisch dadurch beeinträchtigt, daß bereits ab 13 m Tiefe eine Absorption des Stickstoffes im Blutkreislauf stattfindet, die nur durch entsprechend verlangsamtes (aus größerer Tiefe oft stundenlanges) Auftauchen wieder rückgängig gemacht werden kann. Eine weitere Grenze ist dadurch gesetzt, daß in größeren Tiefen die Atmung des entsprechend komprimierten und deshalb trägeren und schwereren Gases schneller ermüdet und nur bis zu einem gewissen Grad erträglich ist. Die größte, bisher in einem Skaphander erreichte Tiefe betrug 92 m, sie wurde von amerikanischen Marinetauchern bei Hebung eines bei Honolulu gesunkenen U-Bootes erzielt.

Die Gefahr der durch zu schnelles Austauchen bewirkten „Caissonkrankheit" läßt sich durch Atmung eines stickstoffreinen Gases beseitigen, wofür dann die schlauchlosen Ausrüstungstypen besser geeignet sind. Wodurch aber sollen die in der atmosphärischen Luft vorhandenen ca. 78% Stickstoff ersetzt werden? Wasserstoff kommt nicht in Frage, weil sonst Knallgas entsteht. Reiner Sauerstoff wiederum wird vom menschlichen Organismus nur bis 20 m Tiefe ertragen, woraufhin dann eine Krankheit auftritt, deren Symptome jenen der Sauerstoffmangelkrankheit (Höhenkrankheit der Flieger) nicht unähnlich zu sein scheinen (siehe unten). Es verbleiben also nur noch die Edelgase, unter welchen sich vor allem Helium auf Grund seines geringen spezifischen Gewichtes besonders gut eignet. Tatsächlich wurden bereits in Amerika mit einem Gasgemisch von ca. 80 Teilen He und 20 Teilen O_2 gute Ergebnisse erzielt und es sollen dabei auch schon Tauchtiefen von über 100 m Wassertiefe erreicht worden sein.

Wir sehen also, daß der zunehmende Wasserdruck nur indirekt dem Vordringen des Menschen in die Tiefe Schranken setzt. Der Körper selbst besteht größtenteils aus Wasser und kolloidalen Lösungen und könnte deshalb — sofern auch die eingeschlossenen Lufträume unter entsprechenden Druck gesetzt würden — noch weit größerer Belastung standhalten. Da aber auch bei Atmung eines Helium-Sauerstoffgemisches kaum mehr als 160 bis 200 m Tauchtiefe zu erreichen sein dürfte, verbleibt für weiteres Vordringen nur die Möglichkeit der Verwendung eines dem Außendruck widerstehenden Panzers, innerhalb dessen dann naturgemäß wieder normale atmosphärische Luft geatmet werden kann und auch „Austauchzeiten“ nicht beachtet werden müssen. Dies Prinzip verwirklicht der starre Panzeranzug, der allerdings nur noch geringe Bewegungsmöglichkeit bietet. Mit diesem Gerät sind tatsächlich schon Tiefen von 160 und 200 m erreicht worden; nach STELZNER (1931) liegt die praktische Grenze bei 300 m, weil dann der Druck auf den Gelenken zu groß wird. Durch Vereinfachung dieser versteiften Form ergibt sich der gliedmaßenlose „Tauchturm“ GALEAZZIS, mit welchem dieser im Ligurischen Meer bereits eine Tauchtiefe von 300 m erreicht haben will. Die dem Wasserdruck am besten widerstehende Form ist die Hohlkugel, und mit einer solchen ist es dem amerikanischen Forscher W. BEEBE auch tatsächlich gelungen, fast 1 km weit in das rätselhafte Dunkel der Tiefsee vorzudringen. Auch diesem Weg ist jedoch vor allem durch das große Eigengewicht der erforderlichen starken Stahltrosse eine praktische Grenze gesetzt, und es verbleibt somit zur Erreichung der größten Tiefen nur noch die Möglichkeit der von PICCARD geplanten trossenlosen Tiefseekugel, die wie ein Ballon durch Abwerfen von Ballast gesteuert werden soll.

Wenden wir uns nunmehr der Besprechung des selbsterprobten neuen Tauchgerätes zu, dann muß zuerst festgestellt werden, daß es, technisch gesehen, nur geringere Neuerungen aufweist, sich jedoch in der Anwendungsweise von allen früher besprochenen Apparaturen grundsätzlich unterscheidet. Im Gegensatz zu der bisherigen Gepflogenheit des Menschen, sich auch unter Wasser bei Taucherarbeit aufrecht schreitend fortzubewegen — also ausgerechnet in der Stellung, in welcher er dem Wasser den meisten Widerstand bietet — ermöglicht das neue Gerät die einzige physikalisch richtige Fortbewegungsweise, deren sich auch alle anderen Säugetiere bedienen, die sekundär wieder das Wasser besiedelt haben, nämlich mit dem Kopf voran und Flossen an den rückwärtigen Extremitäten. Dieses „Schwimmtauchgerät“ (Figur 1) beruht gleich dem DRÄGER'schen Tauchretter auf dem Prinzip der „Gegenlunge“ und der Lufterneuerung durch eine am Gürtel getragene Sauerstoffflasche (90 l O_2 Inhalt unter 150 atü) und einer im Atemsack angeordneten Kalipatrone (Gebrauchsdauer 1 Stunde) zur Absorption der anfallenden Kohlensäure. Außer dem beim Tauchretter üblichen, durch Druck auf einen Knopf beliebig zu bedienenden Überstromventil wurde ein Dosierventil an der Sauerstoffflasche angeordnet, welches dem Taucher automatisch das nötige Quantum frischen Sauerstoffes (normal 1 l/sek) zuführte. Dieser braucht deshalb nur bei erhöhter Arbeitsleistung sowie beim Tieferschwimmen zusätzlich entsprechend viel Sauerstoff in den Atemsack einströmen lassen, um so den erhöhten Verbrauch zu decken bzw. das gewünschte spezifische Gewicht zu erlangen und aufrecht zu erhalten. Beim Höherschwimmen muß dann entsprechend viel Gas wieder abgeblasen werden, was sowohl durch die Mundwinkel (am Mundstück vorbei) wie auch durch die Nase (Maske) möglich war; auf das übliche Überdruckventil wurde verzichtet. Den Atemsack haben wir zur Erzielung einer günstigen Schwerpunktlage in allen Schwimmlagen auf den Rücken verlagert, und eine entscheidende Verbesserung be-

deutete die Verwendung einer Tauchmaske, die sowohl die Augen als auch die Nase kreisförmig umschließt[4]). Sie bietet die Möglichkeit der ganz von selbst erfolgenden Druckangleichung des Maskeninnenraumes durch die Nase. Dringt trotz des dichten Abschlusses etwas Wasser in die Maske, dann kann man es am besten durch ein am unteren Ende angeordnetes, mit einem Finger zu bedienendes Ventil beseitigen, indem man durch Blasen innerhalb der Maske Überdruck erzeugt. Geatmet wurde, ebenso wie beim Tauchretter, mittels eines Mundstückes durch eine doppelt geführte und mit entsprechenden Ventilen versehene Schlauchanordnung, wodurch weniger toter Raum entsteht als etwa bei der von



Fig. 1. Verfasser mit umgeschnalltem Schwimmtauchgerät, Gesichtsmaske und Unterwasser-Photokamera.

LE PRIEUR verwendeten, auch den Mund einschließenden Maske. Der Bemerkung WASMUND's, daß das Mundstück eine Behinderung darstellt, „welches die Aufmerksamkeit von der zu beobachtenden Außenwelt ablenkt", kann nicht beigepflichtet werden. Sicherlich bedeutet das Mundstück eine geringere Behinderung als ein massiver eiserner Helm, und für den Schwimmtaucher gibt es überhaupt keine „Außenwelt" in diesem Sinne des Wortes, weil er sich nicht innerhalb einer geschlossenen Hülle, sondern inmitten der Unterwasserwelt selbst befindet. Dieser Unterschied ist viel bedeutungsvoller, als der Laie sich

[4]) Die von DRÄGER hergestellten Unterwasserbrillen sind unzureichend, wie auch sämtliche anderen deutschen oder italienischen Fabrikate. Die einzige, dem Verfasser bekannte Brille, die wirklich wasserdicht ist und gleichzeitig kein doppeltes oder verschwommenes Bild liefert, wird von der Firma FERNEZ in Frankreich hergestellt. (Siehe auch HASS 1942, p. 32 ff.)

vorstellen kann, doch muß man erst selbst beide Methoden kennen, um zu verstehen, was hier gemeint ist.

Gebrauchsfertig wiegt das „Schwimmtauchgerät" nur etwa 5 kg. Es ist so klein, daß man es in einer Aktentasche mit sich führen kann und daß es auch beim Schwimmen in keiner Weise behindert. Das Anschnallen erfolgt mit wenigen Handgriffen, auch ohne fremde Hilfe, und man kann ebenso gut von der Küste als auch von einem Boot ins Wasser steigen. Je nach Belieben schwimmt man dann langsam in die Tiefe oder man läßt sich einfach fallen, wobei nur der Druckausgleich in den Ohren zu berücksichtigen ist, den man jedoch durch Schlucken beschleunigen kann. Elastische Gummiflossen, die an den Füßen getragen werden, ermöglichen im Krawlstil oder durch dem Radfahren ähnliche Beinbewegungen wesentlich schnelleres Schwimmen (1 m/sek), welches auch ausschließlich von den Beinen bewerkstelligt wird, so daß die Hände zur Bedienung einer Unterwasserkamera oder für sonstige Arbeiten freibleiben. Eine Unterwasserkamera kann stets an einem weichen Bausch um den Hals getragen werden. Was ihre Konstruktion und die Technik der Unterwasserphotographie betrifft, so wurde darüber bereits ausführlich berichtet (HASS, 1942). Für Sammelzwecke genügt meist ein kleines Handnetz und ein Messer, das am Gürtel getragen wird — nötigenfalls kann man auch Meißel und Hammer oder eine Axt bzw. Lupe und Präparierbesteck mit sich führen.

So ausgerüstet schwimmt der Taucher also in die Tiefe, wo er völlig frei beweglich und ohne Beschwerden eine Stunde lang verweilen kann (Taf. II, Figg. 2, 6 u. 7). Die Arbeiten können in jeder beliebigen Stellung, auch mit dem Kopf oder Rücken nach abwärts ausgeführt werden. Auch die Geschwindigkeit des Auftauchens unterliegt — im Gegensatz zu den meisten sonst üblichen Tauchgeräten — keiner Beschränkung. Da der Taucher reinen Sauerstoff atmet, ist die Gefahr der Caissonkrankheit ausgeschaltet, dafür dürfen allerdings schwerere Arbeiten nicht in mehr als 20 m Tiefe ausgeführt werden. Ohne besondere Arbeitsleistung, nur photographierend und schauend, hat der Verfasser einmal unbeschadet eine Tiefe von 35 m aufgesucht, doch durch einen späteren Unglücksfall erfahren müssen, daß es doch zweckmäßiger ist, sich genauer an die physiologisch bedingten Vorschriften zu halten: Beim Sammeln von *Retepora* in der Nähe des bei der Klippe von Elephteri gelegenen Wrackes (siehe unten) geriet ich damals aus Sammeleifer in Tiefen von über 20 m, wobei das Nachziehen eines größeren und beschwerten Netzbehälters eine beträchtliche Arbeitsleistung bedeutete. Zum besseren Verständnis des Folgenden muß hier eingefügt werden, daß man, wohl auf Grund des geatmeten reinen Sauerstoffes, schon in geringerer Tiefe (ab 15 m) die Gabe logischer Überlegung teilweise verliert. Man sieht zwar Gegenstände und Vorgänge der Umwelt noch normal und wird sich auch ihrer Bedeutung noch bewußt, doch erscheint alles in einem anderen freundlicheren Licht, und Hemmungen kommen kaum noch zur Geltung. Dies kann so weit führen, daß man, im Zauber eines traumhaften Erlebens befangen, beinahe darauf vergißt, daß man dieser anderen Welt selbst gar nicht angehört und ganz mechanisch weiterschwimmt, nur schauend und empfindend, doch nicht überlegend. So erging es damals auch mir, als plötzlich Sehstörungen auftraten. Erst glaubte ich, daß das Glas der Maske beschlagen wäre, doch war dies nicht der Fall, und so sehr ich mich auch anstrengte, so konnte ich doch bestimmte Teile in meinem Gesichtsfeld nicht mehr unterscheiden. Unklugerweise kehrte ich trotz auftretenden Angstgefühles nicht zur Oberfläche zurück, sondern verweilte unten, um den Verlauf dieser Störung an mir selbst zu studieren. Die Störungen steigerten sich daraufhin noch merklich, und nach einer Zeitspanne von 1 bis 2 Minuten erfolgte völlig unvermittelt eine Lähmung des ganzen Kör-

pers bei fast gleichzeitig auftretender Ohnmacht. Günstigen Umständen ist es zu danken, daß ich bewußtlos vom Auftrieb hochgetragen und von Expeditionsmitgliedern noch rechtzeitig zwischen den Wellen treibend bemerkt wurde. Das Bewußtsein kehrte erst wieder nach etwa zwei Stunden zurück, und dabei zeigte sich das Auftreten retrograder Amnesien, die sich jedoch im Laufe eines Tages wieder vollkommen gegeben haben. Dr. BÖHLER diagnostizierte einen Kreislaufkollaps mit kleinem fliegenden Puls und oberflächlicher Atmung. Der Körper war ziemlich blau und steif.

Obwohl wir in der Folgezeit zur Vermeidung ähnlicher Vorkommnisse ein kleines Tiefenmanometer in Form einer Armbanduhr mit uns führten, wurde trotzdem noch mehrmals zu tief getaucht, wobei neuerdings ähnliche Sehstörungen auftraten. Dabei zeigte sich, daß sie eine ziemlich verläßliche Warnung darstellen und daß es dann zeitlich noch immer möglich ist, wieder die Oberfläche oder zu mindestens seichteres Wasser zu erreichen, wo sich die Störung dann schnell wieder gibt. Wurde man allerdings solcher Art einmal von der Sauerstoffkrankheit befallen, dann ist man für einige Zeit gegen sie besonders empfindlich.

Ein anderes Gefahrenmoment für Schwimmtaucher bedingt die starke Abkühlung des Körpers, vor allem durch kalte Strömungen in größeren Tiefen. Auch diese Gefahr hat der Verfasser am eigenen Leib zu spüren bekommen: Es war bereits Ende Oktober, als die Expedition Taucharbeiten im Innenrund der Insel Santorin durchführte (Taf. II, Fig. 6). Das Wasser war zu dieser Zeit bereits ziemlich kalt, ganz besonders an den 200 m fast senkrecht in die Tiefe stürzenden Lavawänden des eingebrochenen Vulkanes. Trotzdem zwangen wir uns, eine begonnene Taucharbeit noch zu Ende zu führen. Dabei fiel mir auf, daß mein Atem immer schneller ging. Beim Zurückschwimmen zum Boot wurde ich dann in 3 m Tiefe, im Gegensatz zu dem vorher geschilderten Fall, so plötzlich ohnmächtig, daß mir dies selbst gar nicht mehr bewußt geworden ist. Zu meinem Glück bemerkte der in der Nähe schwimmende Epeditionsteilnehmer v. WURZIAN, daß ich plötzlich alle Luft ausstieß und leblos in die Tiefe hinabsank. Mit großer Anstrengung ist es ihm gerade noch gelungen, mich im Tiefersinken einzuholen und vor einem Sturz zu bewahren, der in die abgründige Tiefe des Kratereinbruches geführt hätte. Im Boot erwachte ich bald wieder zu klarem Bewußtsein und es ist mir noch erinnerlich, daß meine Atembewegungen krampfhaft und ganz außerordentlich schnell erfolgten. Dr. BÖHLER, der selbst an der Rettungsaktion beteiligt war, konstatierte starke tonische Krämpfe (das feste Gummimundstück hatte ich glatt durchgebissen), Überstreckung der Wirbelsäule, Kiefersperre und zyanotische Verfärbung. Der Puls war oberflächlich und schnell. Es dürfte sich hier um einen ähnlichen Fall von „Kältenarkose" gehandelt haben, wie er nach freundlicher Mitteilung von Herrn Dr. DENZER auch vom Seenotdienst bei abgestürzten, im kalten Meer treibenden Fliegern beobachtet worden ist. Folgeerscheinungen traten nicht auf, und die Taucharbeiten konnten schon am nächsten Tage wieder fortgesetzt werden.

Um auch diesen Mangel der neuen Tauchmethode auszuschalten, wurde im folgenden Sommer (1943) in Capri ein enganliegender Gummianzug erprobt, unter welchem Wollkleidung getragen wurde. Es zeigte sich, daß eine solche Kleidung beim Schwimmen mit Flossen durchaus nicht behindert, sondern im Gegenteil den Wasserwiderstand sogar ein wenig zu vermindern scheint, weil einerseits der Gummi glatter ist als die behaarte Haut, und andererseits der Körper sich mehr einer Stromliniengestalt nähert. Obwohl dieser Anzug noch nicht wasserdicht abschloß, bot er in Verbindung mit Einfetten bereits einen

beträchtlichen Kälteschutz. Ein noch weit besseres Ergebnis zeitigte die Erprobung eines völlig wasserdichten Anzuges durch v. WURZIAN, so daß man hoffen darf, daß die neue Tauchmethode nicht auf südliche Gewässer und bestimmte Jahreszeiten beschränkt bleiben wird. Um die Gefahr der Sauerstoffkrankheit gänzlich auszuschalten und gleichzeitig das Aufsuchen beträchtlich größerer Tiefen zu ermöglichen, wird zur Zeit daran gearbeitet, das Gerät auf die Verwendung eines entsprechend dosierten Sauerstoff-Helium-Gemisches umzuarbeiten.

Was sonstige G e f a h r e n d e s M e e r e s betrifft, so ist darauf schon an anderer Stelle eingegangen worden (HASS, 1942). Außer den viel berüchtigten Haien und Tintenfischen, sowie allen sonstigen den Menschen gelegentlich angreifenden Meerestieren muß man sich vor allem beim Sammeln vor Fischen mit giftigen Dornen, Flossenstrahlen oder Zähnen hüten, die oftmals im bunten Gewirr des Bewuchses dem Auge unsichtbar verborgen sind. Besonders tückisch sind Muränen, die sich, wie ich es erlebte, angriffsbereit zeigen, wenn man sich unversehens ihren Verstecken nähert. Das größte Gefahrenmoment der neuen Tauchmethode, welches auch bereits mancherlei Kritik herausgefordert hat, ist der Umstand, daß in der Regel k e i n e S i c h e r h e i t s l e i n e verwendet wird. Der Taucher verschwindet jeweils für eine Stunde in der Tiefe, und wenn das Wasser nicht klar genug ist, um seine Bewegungen durch einen Guckkasten von oben hinabblickend zu verfolgen, dann besteht im Ernstfall keine Möglichkeit, ihm Hilfe zu bringen. Dafür aber genießt er völlige Bewegungsfreiheit und kann als wirklich amphibisches Wesen unbehindert und schnell in der Tiefe arbeiten und umherschwimmen. Bei Arbeiten zwischen Riffen oder innerhalb unterseeischer Höhlen stellt meines Erachtens eine Sicherheitsleine nicht nur eine starke Behinderung, sondern sogar ein Gefahrenmoment dar, weil man sich allzu leicht irgendwo verhängen kann. Schließlich spricht noch ein Umstand gegen die Verwendung einer Sicherheitsleine; er ist so eigentümlicher Art, daß es lohnt, ihn ebenfalls kurz zu erwähnen. Wie so vieles andere mehr, wird von den Perlentauchern der Südsee behauptet, daß sie sich mit Hilfe eines bei sich getragenen, zusammengerollten längeren Bandes vor der Bedrohung durch Haie zu schützen wissen. Käme ein Hai in Sichtweite, dann würde das Band ausgelassen und ihm dadurch die Vorstellung erweckt, daß es sich hier um ein besonders großes (langes) Tier handelt, dessen Angreifen nicht ratsam ist. So unwahrscheinlich diese Erzählung auch klingt, so hat sich trotzdem während der Griechenland-Expedition in auffälliger Weise gezeigt, daß es für einen Schwimmer bedeutend schwieriger ist, sich einem Hai zu nähern, wenn er ein langes Seil hinter sich herzieht. Möglicherweise zeigen auch andere Meerestiere eine ähnliche Reaktion, so daß man sich ihnen ohne den langen „Schwanz" besser nähern und sie unbemerkter beobachten kann. Im Grunde genommen erübrigt sich jegliche theoretische Diskussion über dieses Thema. Will man unter Wasser frei beweglich sein, dann muß man auf die Notleine verzichten; erscheint dies zu gefährlich, dann muß man eben die Behinderung in den Kauf nehmen. Letzten Endes ist es eben Frage der persönlichen Ansicht des Einzelnen, und es ist immer so, daß neue Möglichkeiten auch mit neuen Risiken erkauft werden müssen. Am besten ist es, wenn immer zwei oder mehrere Taucher zusammenarbeiten, dann kann im Ernstfall stets einer dem anderen beistehen.

Nachdem ich nun zum Zweck einer wahrheitsgetreuen Darstellung etwas ausführlicher auf die Gefahren eingegangen bin, welche die neue Forschungsweise mit sich bringt, darf auch in kurzen Worten dargelegt werden, welche weiten Möglichkeiten sie der künftigen Meeresforschung eröffnen. Nachdem Prof. WASMUND in seiner Schrift (1938) bereits

so ausführlich auf die Vorteile eingegangen ist, die sich „dem Geologen sowie dem Minensucher, dem Algenforscher so gut wie dem Fischer, dem Zoologen ebenso wie dem Wasserbauer“ durch eigenes Schauen unter Wasser ergeben, kann ich mich hier auf einige methodische Beispiele beschränken, die sich auf die im folgenden Abschnitt geschilderten Aufsammlungen und Beobachtungen von Reteporen beziehen.

Bisher pflegte man Reteporen, wie auch sonstige Bryozoen mittels Dredschen oder sonstiger Tiefennetze zu erbeuten; doch sind Tierstöcke, die solcher Art vom Meeresgrund losgerissen werden, meist zerbrochen oder es kommen überhaupt nur kleine Fragmente zu Tage, wodurch die systematische Bestimmung außerordentlich erschwert, wenn nicht sogar unmöglich gemacht wird. Zeichnet sich die Familie der Reteporiden schon an und für sich durch große Variabilität aus, so kommt noch hinzu, daß sich mit zunehmender Verkalkung das Aussehen der einzelnen Tierhäuser oft dermaßen verändert, daß zwei Stücke der gleichen Kolonie, getrennt gefunden, leicht als zwei verschiedene Arten angesprochen werden können. HARMER empfiehlt deshalb, stets die jüngsten, noch unverkalkten Astsprossen für die Determination heranzuziehen, doch gerade sie werden ja von den Netzen zumeist abgebrochen. Über Aufsammlungen von Reteporen oder Freibeobachtungen durch wissenschaftlich geschulte Taucher ist bisher noch nichts bekannt geworden, und auch beim Dredschen konnten naturgemäß kaum nähere Fundortangaben ermittelt werden, die sich ökologisch verwerten ließen. Auch das Substrat, dem die einzelnen Arten aufzusitzen pflegen, ist nur in einem Teil der Fälle bekannt. Demgegenüber stützt sich, Dank der neuen Tauchmethode, die vorliegende Arbeit auf Freilandbeobachtungen und durch eigenhändige Aufsammlungen (Taf. II, Fig. 3) ermöglichte exakte Fundortangaben, deren Wert um so höher eingeschätzt werden muß, als sie hauptsächlich an solchen Plätzen vorgenommen wurden, die einem Schleppnetz (und teilweise auch einem Skaphander) überhaupt unzugänglich gewesen wären. In erster Linie beruht der große Vorteil des Schwimmtauchers darauf, daß er im Gegensatz zum Skaphander in kurzer Zeit weite Strecken des Litorals untersuchen und auf diese Weise schnell die interessantesten Plätze ausfindig machen kann. Dies zeigte sich besonders bei den Arbeiten in Capri, wo es in kaum 10 Tagen möglich war, alle wesentlichen Plätze entlang der Küste zu untersuchen und dabei umfassende Aufsammlungen durchzuführen. Im Gegensatz dazu sind Arbeiten im Skaphander nicht nur mit bedeutend höheren Kosten und organisatorischen Schwierigkeiten verbunden, sondern auch in mehrfacher Hinsicht wesentlich mehr beschränkt. Zunächst ist es im Skaphander nicht möglich, jede beliebige Stellung einzunehmen, so daß es nur im begrenzten Umfang gelingt, sich beispielsweise in Spalten oder unter am Grund liegende Felsstücke hineinzuzwängen, wo erfahrungsgemäß — zumindest im Litoral — die reichste und durch Schleppnetze am wenigsten berührte sessile Fauna anzutreffen ist. Sodann ist er bei seiner Wanderung auf einigermaßen gangbare Wege angewiesen, was etwa in Korallenriffen und vor allem bei weichen, schlammigen Böden größte Schwierigkeiten verursacht. WASMUND schildert die Kunst, sich in einer Art „Spitzentanz“ über solchen Grund hinwegzubewegen; wer jedoch den Wasserwiderstand kennt, dem der Taucher nur durch vorgebeugte Stellung und kräftiges Abstoßen vom Boden begegnen kann, der weiß, daß eine Fortbewegung auf diese Weise zum mindesten sehr langsam ist. Über schlammigen Grund, in den Taucher manchmal bis zur Hüfte einsinken und dabei durch die aufgewirbelte Suspension vollkommen jede Sichtmöglichkeit verlieren, gleitet der Schwimmtaucher mühelos hinweg und kann — sofern er durch seine Flossenschläge keine zu starken Wirbelbildungen verursacht — die gegebenen Sichtverhältnisse bestens ausnutzen. Manche Gebiete schließ-

lich, die man in einem Boot entweder nicht aufsuchen (etwa bei stürmischer See) oder zu welchen der Skaphandertaucher nicht direkt hinabgelassen werden kann, sind für ihn praktisch überhaupt unzugänglich. Der große Vorteil, der sich gerade in letzterer Hinsicht dem Schwimmtaucher bietet, zeigte sich besonders bei Arbeiten innerhalb unterseeischer Höhlen, wie sie während der Griechenland-Expedition öfters ausgeführt wurden. Während nämlich die Sohle dieser Grotten in der Regel ziemlich kahl und sandig und nur an den Rändern manchmal von einem Teppich purpurroter Kalkalgen überdeckt ist, befindet sich die besondere Formenfülle an den senkrechten oder überhängenden, von vielen Nischen zerfressenen Wänden und auch am Übergang zur Decke, die hauptsächlich von Korallen gebildet wird (Taf. II, Fig. 8). Um hier einem Skaphandertaucher die Arbeitsmöglichkeit zu schaffen, hätte man innerhalb der Grotten erst Leitern und Gerüste aufstellen müssen, und auch dann wäre es ihm noch nicht möglich gewesen, in engen Seitennischen vorzudringen, was manchmal kopfabwärts erfolgen mußte. Im Tauchgerät dagegen war es möglich, in beliebiger Lage an den Wänden entlang zu schwimmen, bequem jede Stelle aus nächster Nähe zu untersuchen und sich nötigenfalls auch durch enge Spalten hindurchzuzwängen. Ein mitgeführtes Sammelnetz von 40 cm Durchmesser mit versteiftem Rand wurde je nach Bedarf an irgendeinem der vielen vorstehenden Felszacken befestigt, größere Gesteinsbrocken mit daraufsitzenden interessanten Formen wurden möglichst vorsichtig mit Hammer und Meißel von den Wänden losgeschlagen. War das Netz voll, so brachte es der Taucher zum Eingang der Höhle, wo es zur Vermeidung des durch Auftauchen bedingten Gasverlustes auf ein verabredetes Zeichen durch einen Nackttaucher abgeholt und gegen ein anderes leeres ausgetauscht wurde, so daß die Arbeit keine Verzögerung erlitt. Bei späteren Arbeiten, die sich bereits ausschließlich auf das Sammeln von Reteporen bezogen, wurde ein noch größeres Rundnetz verwendet (Taf. II, Fig. 5), welches so fest innerhalb eines Metallringes verspannt war, daß man viele Tierstöcke nebeneinander zwischen die Maschen legen konnte, ohne befürchten zu müssen, daß sie sich beim Hochziehen gegenseitig beschädigen. Unten war dieses Netz durch Blei beschwert und oben durch vier in einem Punkt zusammenlaufende Bänder derart befestigt, daß es nicht kippen konnte. Ein ebenfalls aus einem Eisenring und Netz gefertigter erhabener Rand verhinderte dabei seitliches Herunterfallen.

In diesem Zusammenhang ist auch auf Versuche an lebenden Tierstöcken hinzuweisen, die zur Ausschaltung der in Aquarien auftretenden Fehlerquellen am Meeresgrund selbst und zwar innerhalb der Blauen Grotte von Capri eingerichtet wurden. Bei dieser Arbeit habe ich außer dem Messer eine feine Schere, Skalpelle verschiedener Größe, Pinzette und Lupe am Gürtel getragen und ferner eine weiße Schiefertafel mit Bleistift, um das Geschaute gleich an Ort und Stelle durch Notizen und Skizzen festhalten zu können. Zur Ermittlung der Wachstumsgeschwindigkeit markierte ich die äußersten, eben geschlossenen Fenster einiger Zoarien mit feinem Bleidraht. Zur näheren Untersuchung später zu besprechender Wachstumsgesetze habe ich Teile lebender Kolonien wegpräpariert und in vorbereitete, am Grund festgemachte Versuchsvorrichtungen eingefügt, so daß der weitere Verlauf des Wachstums dieser Kolonieteile den gewünschten Bedingungen und Beschränkungen unterworfen war. Sodann habe ich Zoarienstücke verschiedener Arten (*S. septentrionalis, S. Coutchii, S. mediterranea*) in bestimmter Anordnung aneinander festgemacht, um so herauszufinden, ob sich etwa ihre Zoözienketten zu einem gemeinsamen Wuchs vereinigen ließen. Als ich später bei den Faraglionis eine besonders klein gefensterte Form von *S. septentrionalis* fand, habe ich von dort mehrere Zoarien nach der Blauen

Grotte verpflanzt (und umgekehrt), um so die Einwirkung verschiedener Umwelten auf die Formbildung der Kolonie zu studieren. Leider war es auf Grund der herrschenden Kriegslage nicht mehr möglich, das Ergebnis dieser Versuche in Augenschein zu nehmen, und es bleibt nur zu hoffen, daß es in einer späteren Zeit möglich sein wird, die dort begonnenen Arbeiten zu Ende zu führen. Wenn diese nicht abgeschlossenen Versuche hier trotzdem Erwähnung fanden, dann geschah es, um die weiten Möglichkeiten, die das Schwimmtauchgerät bietet, darzulegen und zu ähnlichen Versuchen auf anderen Gebieten der Meeresbiologie anzuregen. Es gibt mancherlei Fragen, die ohne Zweifel nur im natürlichen Lebensbereich der Tiere (oder Pflanzen) einer Lösung zugeführt werden können.

Zuletzt mag noch ein besonders eigentümlicher Tauchabstieg Erwähnung finden, bei welchem sich die Vorteile des neuen Gerätes gegenüber dem Taucherhelm besonders auffällig gezeigt haben. Im Gebiet der nördlichen Sporaden, innerhalb der beiden Inseln von Steno, befindet sich in einer kleinen Bucht nahe dem Ufer eine Stelle, wo sich auf dem felsigen, nur 5 m tiefen Meeresgrund plötzlich ein Loch auftut, das im Durchmesser kaum 3 m mißt, jedoch eine Tiefe von über 60 m hat, vielleicht auch noch mehr, weil es nicht senkrecht abwärts führt, und man daher das Ende mit dem Lot nicht erreichen kann. Während ich mich selbst, wegen einer Ohrenentzündung diesmal mit dem Taucherhelm angetan, an einem Seil in den engen Schacht hinabließ, folgte ein anderer Expeditionsteilnehmer im Schwimmtauchgerät. Der Schacht verbreiterte sich allmählich, und sobald sich die Augen an die Dunkelheit gewöhnt hatten, konnten wir die steilen Wände bis weit in die Tiefe verfolgen. Der am Schachteingang ziemlich artenreiche Bewuchs wird nach abwärts zu immer spärlicher, und schon in ca. 30 m Tiefe ist der Felsen völlig kahl und nur von weißem Sand überstäubt. Hier bietet sich eine seltene Möglichkeit, die Bathymetrie von Meeresorganismen in ihrem ursächlichen Verhältnis zu physikalisch-chemischen Faktoren zu studieren, was allerdings mehr Zeit in Anspruch nehmen würde, als der Expedition damals zur Verfügung stand. Immerhin sollten zumindestens Aufsammlungen durchgeführt werden, was jedoch im Taucherhelm auf beträchtliche Schwierigkeiten stieß. Wie eine Spinne an ihrem Faden baumelte ich in der Mitte des Schachtes und konnte zwar, das Seil zwischen die Beine geklemmt, mit Schwimmstößen jeweils eine Wand erreichen, mußte mich aber dann dort festhalten, wodurch ich für das Sammeln und Verstauen im Netz nur eine freie Hand zur Verfügung hatte. Durch starken Abstoß ließ ich mich dann immer zur gegenüberliegenden Wand pendeln, doch wird man verstehen, daß eine solche Arbeitsmethode mehr ermüdend und gefährlich als erfolgversprechend war. Um so größer war der Gegensatz, als ein Kamerad im Tauchgerät herniedergeschwommen kam und mich wie ein fischartiges Wesen mühelos umkreiste.

Es wäre empfehlenswert, wenn in Zukunft jede meeresbiologische Station einige ständige Assistenten als Schwimmtaucher ausbilden ließe. Kommt dann ein Spezialist — und das sind ja doch meist ältere Herren —, dann kann ihm, sofern sich das Vorkommen der zu untersuchenden Formen auf nicht zu große Tiefe beschränkt, ein derartiger, als Taucher geschulter Biologe sicherlich wertvolle Dienste leisten. Auf Grund der vorhandenen allgemeinen Kenntnis wird es nicht schwerfallen, ihn in kurzer Zeit so weit in das betreffende Spezialgebiet einzuführen, daß er weiß, worauf er unter Wasser sein Augenmerk zu richten hat. Welche Befruchtung es allein schon bedeutet, etwa bei sessilen Formen genaue Angaben der Fundorte und sonst wichtiger ökologischer Faktoren zu erhalten, braucht wohl nicht näher ausgeführt zu werden und kommt schließlich auch im Verlauf der vorliegenden Arbeit zum Ausdruck.

Am besten wäre es freilich, wenn sich die betreffenden Forscher selbst der neuen Methode bedienen wollten. Man ist verschiedentlich der Ansicht, daß eine derartige schwimmende Fortbewegung unter Wasser nur der sportlichen Jugend möglich sei. Dem muß hier auf das Entschiedenste widersprochen werden. Wohl ist es sicherlich besser, sich schon frühzeitig an solche Taucharbeiten zu gewöhnen, und sie erfordern auch einen gesunden und einsatzbereiten Mann, doch eine besondere körperliche Tüchtigkeit ist durchaus nicht notwendig. Bei der Erfindung des Fahrrades ist wahrscheinlich auch nur wenigen in den Sinn gekommen, daß diese neue Bewegungsart später von jung und alt gleicherweise ausgeübt werden würde. Nicht anders ist es hier, und der Vergleich erscheint sogar besonders treffend, denn in beiden Fällen werden die Arme nicht beansprucht, und die Beine führen Bewegungen aus, die einander nicht nur sehr ähnlich sind, sondern eine ziemlich gleichwertige Arbeitsleistung erfordern. Grundsätzlich verschieden freilich ist das neue Milieu, doch daran muß man sich eben gewöhnen.

2. Das untersuchte Vorkommen mediterraner Reteporiden.

a) In der Ägäis.

Der erste Platz, an dem Reteporen gefunden wurden, liegt in der Meerenge von Orius zwischen dem Kap von Agios Dimitrios und der kleinen Insel Strongil. Hier, wie an allen schmalen Stellen der Meerenge, herrscht zumeist starke Strömung, die — offenbar in Verbindung mit den Gezeiten — die Richtung wechselt. Nur zweimal im Monat gleichen sich die Strömungen aus, so daß das Wasser ruhig steht. An einem solchen Tage wurde ein Tauchabstieg zu jener unterseeischen Schwelle durchgeführt, welche das in einem Kap vorspringende Festland mit der kleinen Insel verbindet. Entsprechend der Angabe einheimischer Fischer wurden hier tatsächlich die Überreste eines gesunkenen Schiffes aufgefunden. Schwimmt man von dem in 18 m Tiefe gelegenen Wrack in westlicher Richtung der Schwelle entlang, dann gelangt man an einen steilen Abhang, welcher der Strömung besonders stark ausgesetzt ist. An diesem Platz war der von mancherlei kleineren Nischen und Spalten durchbrochene Meeresgrund besonders üppig von bunten Tier- und Pflanzenformen bewachsen. Es gab hier auch viele Fische, die sich an den griechischen Küsten wegen des verheerenden Unwesens der Dynamitfischerei fast allerorts in größere Tiefen zurückgezogen haben und auch dort noch ein äußerst nervöses Gebaren an den Tag legen. Beim Einblick in das Dunkel der durch Unterhöhlung von Felsen entstandenen Nischen bot sich dem Auge, sobald es sich der Dunkelheit angepaßt hatte, ein Anblick von eindrucksvoller Vielheit. Die im Schatten gelegenen Wände waren dicht von bunten Schwämmen, Korallen, Kalkalgen, Ascidien und Bryozoen besiedelt und dazwischen befanden sich auch kleinere Fische sowie mancherlei Stachelhäuter, Crustaceen und Mollusken. In einer Nische wuchs inmitten der bunten Vielheit auch das besonders reizvolle, zierlich geformte, spitzenartige Gebilde einer *Sertella septentrionalis H.*; sie saß an der Grenze des Halbschattens dem Felsen direkt auf; ihre leuchtend rote Farbe kam erst oben am Tageslicht voll zur Geltung. Außer diesem einen Exemplar wurden bei Strongil keine weiteren Reteporen gefunden, doch ist es gut möglich, daß ich solche inmitten der großen Fülle sonstiger Formen übersehen habe.

Der nächste Fundort liegt in der Einsamkeit der nördlichen Sporaden an der ungastlichen Küste von Piperi. Diese Insel von großer landschaftlicher Schönheit erhebt sich

an allen Seiten so schroff aus dem Meer, daß man nur bei ruhigem Wetter an einem Platz der Südwestseite mit einem kleineren Boot festmachen kann. Nördlich von dieser Landungsstelle sind die steilen Uferfelsen von Höhlen und Grotten zerfressen, deren Eingänge teils in der Brandungslinie, teils aber auch unter Wasser und in größerer Tiefe gelegen sind. In diesen Schlupfwinkeln sollen sich nach Angabe der Einheimischen zeitweise noch vereinzelte Seehunde verborgen halten, und die Suche nach diesen Tieren führte zufällig zur Entdeckung einer größeren Grotte, deren Eingang ca. 10 m tief unter der Oberfläche gelegen ist. Dort unten im blauen Dämmerlicht offenbarte sich in eindrucksvoller Weise, welch unerhörte Fülle an Formen und Farben die Natur an einem Platz vereinigen kann. In der Hauptsache waren es wieder verschiedenartige Schwämme, Korallen und Kalkalgen, die das Gesamtbild bestimmten. Näherte man sich jedoch den senkrechten Wänden und betrachtete man den Bewuchs etwas genauer, dann stieß man auf eine verwirrende Vielheit tierischen und pflanzlichen Lebens, man schaute wahrhaft einen üppigen Tropengarten in voller Blütenpracht. Leider standen für Aufsammlungen an diesem Platz nur knappe zwei Tage zur Verfügung, dann nötigte ein plötzlich aufkommender Sturm, das hafenlose Eiland zu verlassen, und es ergab sich in der Folgezeit nicht mehr die Gelegenheit, dorthin noch einmal zurückzukehren. Trotzdem, dank der neuen Tauchmethode, war es auch in dieser kurzen Zeitspanne möglich, innerhalb der Höhle ziemlich umfangreiches Material zu sammeln. Hauptsächlich wurden zum Zwecke späterer genauerer Untersuchung einzelner Mikrobiotope Gesteinstrümmer von den Höhlenwänden vorsichtig losgemeißelt und in größeren Blechkanistern konserviert. An einigen davon fanden sich auch junge Primärtrichterstadien von Reteporen, die zwar wieder *S. septentrionalis* anzugehören schienen, jedoch viel zarter und weitmaschiger gebildet waren, als das bei Strongil gesammelte Stück. Größere Kolonien wurden an diesem Platz nicht gefunden, doch haben wir auch nicht systematisch nach solchen gesucht.

Eine reichere Ausbeute der gleichen weitmaschigen *Sertella* lieferte eine andere Grotte, die auf der benachbarten Insel Pelago am Eingang des Naturhafens Planit gelegen und dort leicht auffindbar ist, weil sie, zum Teil über Wasser ragend, einen geräumigen Saal bildet, in dem man bei ruhigem Meer auch ein Boot festmachen kann. Diese Grotte (Abb. 1) ist etwa 12 m tief und hat noch einen zweiten unterseeischen Ausgang in Form einer Nebenhöhle, die in 7 bis 8 m Tiefe die Hauptgrotte verläßt und etwa 20 m weit unter einem Felskap hinweg wieder hinaus ins offene Wasser führt. Zwischen der Abzweigung dieser Nebenhöhle und dem Ausgang der Haupthöhle befindet sich in ca. 6 bis 8 m Tiefe eine mannshohe nischenartige Einsenkung (N), die sich durch besonders reichen Bewuchs auszeichnet. Auf diesem engumgrenzten Platz sowie innerhalb eines angrenzenden, dem Grotteneingang zu gelegenen schmalen Bereiches fanden sich etwa 25 größere und über 50 kleinere Zoarien der großmaschigen *Sertella*, die wegen ihrer Zerbrechlichkeit nur mit großer Vorsicht vom Substrat abgelöst werden konnten. Die Kolonien saßen fast durchweg dem Felsen bzw. einer darüber abgelagerten Kalkschicht auf und schmiegten sich mit ihren weitgeschwungenen Falten teilweise so eng dem Substrat an, daß es manchmal schwierig war, die Klinge des Messers dazwischen einzuführen. Nur einige Zoarien und vor allem kleinere Formen saßen auf langen Serpuliden, die in dieser Nische ziemlich häufig sind. Obwohl die gesamte Grotte und auch die Nebenhöhle aufmerksam abgesucht wurde, konnte an keinem anderen Platz auch nur ein weiteres Exemplar aufgefunden werden.

Der nächste Fundplatz liegt zwischen der Insel Skiathos und dem Festland bei der Klippe von Elephteri, einem schroffen Felsen, der etwa eine Meile von der Küste entfernt unvermittelt aus größerer Tiefe aufragt, und somit eine Gefährdung für die Schifffahrt darstellt. Obgleich deshalb auf diesem Felsen zur Warnung ein Leuchtfeuer gesetzt wurde, ist dort nach Angabe der Einheimischen im Februar 1931 ein 5000 Tonnen großer Dampfer gestrandet, dessen Wrack vier Jahre später so weit in die Tiefe abglitt, daß heute nur mehr die Spitze des Mastes aus den Wellen ragt. Der erste Tauchabstieg führte auf das jetzt ca. 20 m tief gelegene Deck, wo nur an einem Vorsprung des Mastes, dem verrosteten Eisen aufsitzend, teils dem Licht zu, teils abgewandt einige Reteporen gefunden wurden. Der Mast selbst, vorwiegend von Muscheln überkrustet, und Eisenteile an Deck sowie der Eingang zur Ladeluke wiesen kein weiteres Stück auf. Erst später, bei Untersuchung des Riffteiles, auf welchem das Vorderende des Schiffes ruht, erwies sich hier der

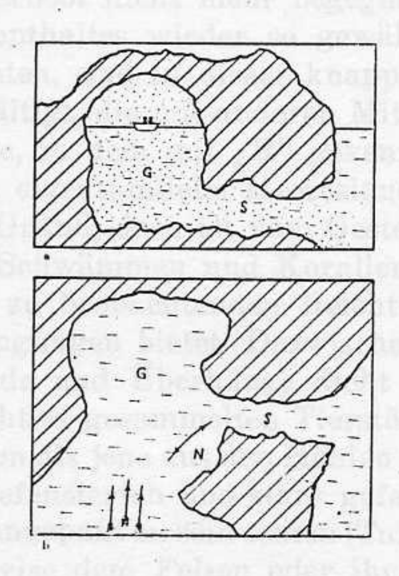


Abb. 1. Meeresgrotte von Planit. Fig. a: Vertikalschnitt durch die Hauptgrotte (G) und Seitenhöhle (S). Fig. b: Horizontalschnitt in ca. 8 m Tiefe. N = Nische.

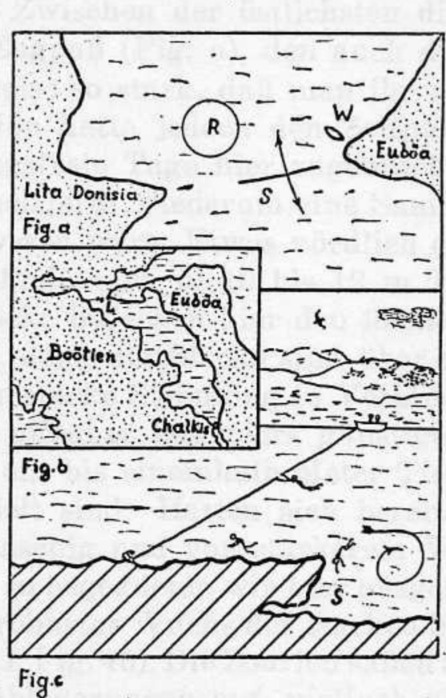


Abb. 2. Meerenge von Lithadonisia. Fig. a: Engpaß zwischen der östlichen Insel und Euböa; Fig. b: Lagenskizze; Fig. c: Vertikalschnitt durch den Engpaß. R = Bereich, in welchem Reteporen gefunden wurden, S = unterseeische Gesteinsschwelle, W = Wrack eines kleineren gestrandeten Kriegsfahrzeuges.

flache, felsige und hauptsächlich von kleinen Algen (darunter auch Halimeda; vgl. p. 22) bestandene Grund weithin von Reteporen besiedelt, deren Verbreitungsgrenze gegen seichteres Wasser sich in ca. 18 m Tiefe befand. Besonders häufig war das Vorkommen an den senkrechten und teilweise überhängenden Abstürzen einer unterseeischen Schlucht (Taf. II, Fig. 4), die etwa 50 m weit südöstlich vom Bug des gesunkenen Schiffes unvermittelt in grundlose Tiefe abstürzt. In 30 m Tiefe, nahe der großen Schiffsschraube, führte die Untersuchung einiger in der Schiffswand klaffenden Risse zur Entdeckung ungewöhnlich großer Kolonien, die sich auf der schattigen Rückseite einer Eisenplatte ausgebildet hatten. Es gelang, die beiden größten Stücke unversehrt hochzubringen; für das größere ergab sich bei einem Maximalalter von ca. 260 Generationen nach ungefährer Rechnung

eine Gesamtzahl von 15 Millionen Zoözien, wobei aber hinzugefügt werden muß, daß es sich bei diesem ungewöhnlich großen Stück sicherlich um mehrere Kolonien gehandelt hat, die erst sekundär miteinander und zu einer Einheit verwachsen sind (Einzelexemplare erreichen nur selten eine Größe von über 180 000 Zoözien). Sämtliche bei Elephteri gesammelten Tierstöcke zeigten das gleiche charakteristische Aussehen, welches sich sowohl in der Art der Fensterung und Faltung als auch in der Farbe von den früher gesammelten Formen unterschied, schienen aber trotzdem auch wieder *S. septentrionalis* anzugehören (Taf. VIII, Fig. 39).

Um das nötige Material für eine genauere Untersuchung dieser interessanten Formunterschiede (Standortvarietäten?) zu erlangen, wurden am nächsten und letzten Fundplatz besonders umfangreiche Sammlungen durchgeführt. Diesen fanden wir bei der Rückfahrt durch die Meerenge von Chalkis (unweit von Strongil) bei den aus vulkanischem Gestein gebildeten Inseln L i t a D o n i s i a (Abb. 2, Fig. b). Zwischen der östlichsten dieser drei kleinen Inseln und einem Kap von Euböa liegt ein Engpaß (Fig. a), den auch die Schiffe zu passieren pflegen. Dort wird die Strömung zeitweise so stark, daß man ihr mit einem Ruderboot nicht mehr begegnen kann. Die Expedition hatte jedoch den Zeitpunkt ihres Aufenthaltes wieder so gewählt, daß zwei strömungsfreie Tage hier zugebracht werden konnten, und in dieser knappen Zeit wurde im Tauchgerät wiederum eine Sammelarbeit bewältigt, die mit anderen Mitteln nicht möglich gewesen wäre. Etwas nördlich der engen Stelle, in dem mit „R“ gekennzeichneten Gebiet, befindet sich in 10 bis 12 m Tiefe eine ganz eigentümliche Meereslandschaft. Große Felsblöcke bedecken hier den flachen, sandigen Grund, doch ist vom Gestein nicht viel zu sehen, denn die Blöcke sind über und über mit Schwämmen und Korallen bewachsen, denen die starke Strömung in Verbindung mit dem zu beobachtenden Reichtum an Plankton hier offenbar besonders günstige Lebensbedingungen bietet. Dazwischen klaffen Rinnen von ein bis eineinhalb Meter Tiefe, deren Wände und Überhänge dicht von Reteporen besiedelt sind. Hatten sich bereits die bei Elephteri gesammelten Tierstöcke als weniger weitmaschig und von stärkerem Wuchs erwiesen als jene aus den Höhlen von Piperi und Planit, so begegneten wir hier ausgesprochen enggefensterten und stark gefalteten Zoarien, deren robuster Wuchs der starken Strömung gut angepaßt zu sein schien (Taf. VII, Fig. 36; Taf. VIII, Fig. 40). Die Zoarien saßen auch hier teilweise dem Felsen oder ihn überdeckenden Kalkablagerungen auf, vielfach aber auch Schwämmen, von welchen man sie dann besonders leicht mit dem Messer losschneiden konnte. Insgesamt wurden etwa 1500 besterhaltene Zoarien gesammelt, die zwar wiederum in mehrere charakteristische Typen zerfielen, aber trotzdem (soweit sie bereits untersucht sind) alle *S. septentrionalis* angehörten. Dies ergab sich freilich erst bei späterer genauerer Untersuchung, die, dank des umfangreichen Materials, zur Erkenntnis führte, daß bei dieser Art der Großteil aller bisher für Determinationen herangezogenen Merkmale sogar innerhalb des gleichen Standortes stärksten Veränderlichkeiten unterworfen ist.

Interessant war noch eine andere Untersuchung, die bei Litha Donisia vorgenommen wurde, und zwar gerade deshalb, weil sie in bezug auf *Retepora* ein negatives Ergebnis brachte. An der schmalsten Stelle der Meerenge verläuft in 10 bis 15 m Wassertiefe eine 1,5 bis 2,5 m hohe Gesteinsschwelle (Abb. 2, Fig. a, c) von der Insel in Richtung gegen das Kap. Der senkrechte Abfall dieser Stufe weist nach Süden und wurde — offenbar von der Strömung — so unterwaschen, daß sich in Verlängerung des tiefergelegenen Niveaus geräumige Unterhöhlungen ausgebildet haben, die mehrere Meter tief unter das Gestein führen. Diese Entdeckung wurde jedoch erst zu einer Zeit gemacht, als die Strömung bereits

wieder mit voller Kraft wirksam war, und es mußte deshalb ein besonderes Tauchmanöver angewandt werden, welches hier in Ergänzung des letzten Abschnittes noch kurz ausgeführt sein möge. Das Boot wurde so verankert (Fig. c), daß es durch die Strömung genau oberhalb der Gesteinsstufe gehalten wurde. Daraufhin kletterte der Taucher am festgespannten Ankerseil in die Tiefe, ließ sich, sobald er den Anker erreicht hatte, los und wurde nun von der Strömung über den Grund hinweggespült. Am Abbruch angelangt, galt es dann schnell niederzutauchen, worauf man in ruhiges und geschütztes Wasser kam und dort ungestört arbeiten konnte. Verließ man später das geschützte Bereich, so wurde man von der Strömung wieder erfaßt, in wirbelnder Fahrt hinweggetragen und mußte dann an einem Seil, das bei dieser Gelegenheit um den Leib getragen wurde, wieder zum Boot zurückgezogen werden. Obwohl nach den vorhergegangenen Erfahrungen dieser Platz zu besonderen Hoffnungen zu berechtigen schien, fand sich überraschenderweise in diesen Unterhöhlungen zwar eine sehr reiche Schwammfauna und an manchen Stellen starker Korallenwuchs, jedoch keine einzige Retepore. Dies war um so erstaunlicher, als doch kaum 150 m weit entfernt jener so dicht besiedelte Platz gelegen war, und die Larven von der direkten Strömung in Unzahl hierher getragen werden müssen.

Von Litha Donisia führte die Expedition wieder zurück nach Piräus, von dort aus dann weiter entlang dem Peloponnes zur NW-Spitze von Kreta (Cap Gravousa), deren Litoral, wohl infolge ungünstiger Strömungen, nur eine sehr ärmliche Fauna aufweist. Wegen vordringlicher Filmarbeit konnten während dieser Zeit nur wenige Tauchabstiege an Plätzen unternommen werden, wo ein Vorkommen von *Retepora* zu erwarten gewesen wäre, und diese waren ohne Erfolg. Auch in Santorin, wo die Expedition trotz der vorgeschrittenen Jahreszeit an den senkrechten Lavaabstürzen im Innenrund der Insel in Tiefen bis zu 25 m allerlei kleinere Höhlen und Spalten untersuchte, wurden keine Reteporiden mehr gefunden.

b) Im Golf von Neapel.

Da während der ersten Zeit des Aufenthaltes in Neapel das Wasser zum Tauchen noch zu kalt und auch die erforderliche behördliche Genehmigung für Tauch- und Photoarbeiten im Golf noch nicht erteilt worden war, versuchten wir zunächst durch Dredschen lebendes Material für die geplanten Aquariumsversuche zu erhalten, doch dies leider fast ohne Erfolg. Obwohl mehreren Literaturangaben zufolge Reteporen im Golf häufig sind und wir an einem, nach der Erfahrung der im Dienst der Station arbeitenden Fischer besonders bewährten Fundorte (etwa eine Meile vor Pozzuoli in ca. 60 m Tiefe) mehrere Tage lang den Meeresboden absuchten, konnten insgesamt nur 17 winzig kleine Fragmente von *S. Coutchii* erbeutet werden. Die Tierstöcke befanden sich zwar noch gut am Leben, doch gelang es nicht, sie länger als 3 Wochen im Aquarium zu halten, was bei dem langsamen Wuchs für die geplanten Versuche nicht genügte.

Erst Anfang Juli konnte unter Führung von Prof. DOHRN der erste Tauchversuch an der kleinen Felsinsel vor Massa Lubrence unternommen werden, wo nach Aufzeichnungen der Station stets viele und auch gerade die allergrößten Exemplare gefunden worden waren. Die Küste des winzigen Eilandes, an welcher beträchtliche Strömung herrscht, wird von steilen Felsabstürzen gebildet, die erst in 30 bis 35 m Tiefe in eine mehr gemäßigte Neigung übergehen. Betrachtet man diese Felswände vom Boot aus durch einen Guckkasten, dann wirken sie ziemlich kahl und unbewachsen, taucht man jedoch hinab und blickt man in seitlicher Richtung, dann erlebt man ein völlig anderes Bild. Überall

an den schattigen Stellen, die von oben nicht sichtbar sind, herrscht das bunte Gewoge einer üppigen Schwamm- und Korallenfauna, wobei es vor allem Asteroides-Arten sind, die ganze Wiesen aus unzähligen roten „Blumen" bilden. Weiter unten, jenseits der 20-m-Tiefengrenze beherrschen Gorgonien das Bild, die den senkrechten Felsen sowie die Seitenkanten am Grunde liegender Felstrümmer in größerer Zahl aufsitzen. Die möglichst sorgfältige Tauchuntersuchung erstreckte sich auf das ganze Rund der kleinen Insel und an einigen Stellen bis zu Tiefen von über 25 m, doch wurde nirgends eine Retepore gefunden. Ebenso erfolglos verlief auch ein anderer Tauchabstieg an einem Kap in der Nähe von Sorrent. Mit der Dredsche konnten dagegen nahe der kleinen Insel aus 40 bis 50 m Tiefe mehrere junge Zoarien von *S. septentrionalis* erbeutet werden, was darauf hinwies, daß sich hier das Vorkommen auf größere Tiefen beschränkt.

Da es nach den mißglückten Aquariumsversuchen wünschenswert erschien, die geplanten Experimente an freilebenden Tierstöcken vorzunehmen, wurde Anfang Juni die Übersiedlung mit allen Geräten nach Capri vollzogen, wo auf Grund der in der Ägäis gesammelten Erfahrungen zwei Plätze zu besonderer Erwartung zu berechtigen schienen:

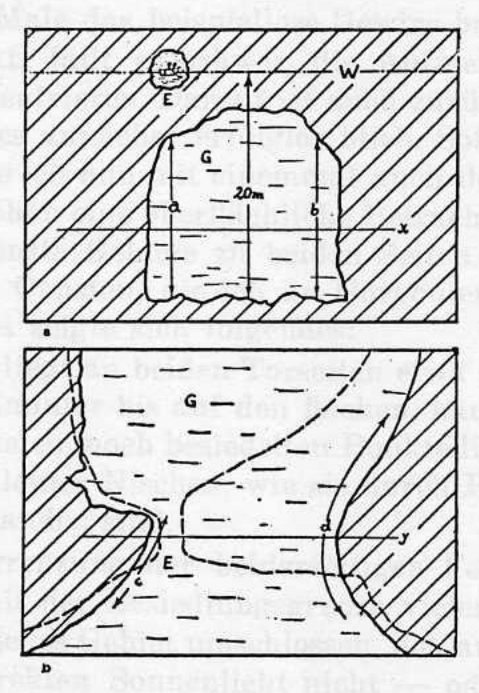


Abb. 3. Blaue Grotte von Capri. Fig. a: Vertikalschnitt (nach y in Fig. b); Fig. b: Horizontalschnitt (nach x und gestrichelt nach W in Fig. a). E = kleine, über Wasser gelegene Einfahrt zur Grotte, G = Grotte, W = Wasserlinie, a und c = Begrenzungen des linken Siedlungsbereiches, b und d = Begrenzung des rechten Siedlungsbereiches.

die Blaue Grotte und das Felstor der ersten Faraglioni-Insel, wo außer Schatten mit Wahrscheinlichkeit auch Strömungen erwartet werden durften. Es war sehr befriedigend, daß sich beide Erwartungen voll und ganz erfüllten.

Die Blaue Grotte liegt an der Nordküste von Capri; ihr Aussehen darf wohl als bekannt vorausgesetzt werden. Durch einen ganz kleinen Eingang, den man bei ruhigem Wasser und mit einem kleinen Boot eben passieren kann, gelangt man in einen unterirdischen Saal, der so geräumig ist, daß darin mehrere Boote gleichzeitig umherfahren können. Wie auf Abbildung 3 skizziert, liegt unterhalb dieser Eingangshöhle die eigentliche unterseeische Öffnung der Grotte, durch welche das Licht in das Innere eindringt und dadurch

den so berühmt gewordenen Farbeffekt hervorruft. Der unterseeische Eingang bildet ein mächtiges, fast 18 m hohes und ebenso breites Tor, und auch innerhalb der Grotte ist das Meer ca. 20 m tief. Schwimmt man unter Wasser tiefer in die Grotte hinein, dann wird es naturgemäß immer dunkler, doch kann man auch im rückwärtigen Teil (der sich auch unter Wasser noch ein Stück in einer kleineren Höhle fortsetzt[5]) noch ohne künstliche Beleuchtung den Bewuchs der Wände aus der Nähe ausmachen.

Über die verschiedenen Biozönosen, die vom Höhlentor bis zum Höhlenhintergrund entsprechend der sich ändernden Lichtverhältnisse einander folgen, kann nach der kurzen Untersuchung, die sich auch hauptsächlich auf das Vorkommen von Bryozoen, vornehmlich Reteporiden, beschränkte, nichts ausgesagt werden. Eine Aufzählung der wenigen Formen, die nebenbei gleich an Ort und Stelle bestimmt werden konnten, würde eher zu falschen Vorstellungen führen, als ökologische Anhaltspunkte liefern. Hier müssen einmal genauere Untersuchungen folgen, und es darf auf Grund des Augenscheines versichert werden, daß sich die Blaue Grotte von Capri zum Studium der Höhlenbiozönosen besonders gut eignen wird.

Wenn man zum ersten Male das beispiellose Gewirr bunter Formen in einer solchen unterseeischen Höhle erblickt, fällt es schwer, die Aufmerksamkeit auf ein bestimmtes Untersuchungsobjekt zu konzentrieren. Darauf ist auch zurückzuführen, daß das erste Abschwimmen des Höhlenrundes zunächst erfolglos blieb. Sobald ich jedoch dann die erste Retepore erspäht hatte, wurde ich nun mit einemmal auch der vielen anderen gewahr, die rings im Umkreis wuchsen. Schon eine oberflächliche Betrachtung ergab, daß sich das Vorkommen auf zwei klar begrenzte Gebiete zu beiden Seiten des Grottentores beschränkte. Später wurden diese mittels Quasten, die ich an Gorgonien und Schwämmen befestigte, genauer abgesteckt, und dabei zeigte sich folgendes:

1. Die obere Begrenzung liegt an beiden Torseiten etwa 6 m unter dem Meeresspiegel; von hier reichen die Felder hinunter bis auf den flachen, kaum bewachsenen Höhlengrund (Abb. 3, Fig. a; a, b). Die höchsten, noch besiedelten Punkte liegen an überhängenden schattigen Stellen bzw. innerhalb kleiner Nischen, wie sie durch Brandung und Tiereinwirkung überall in der Felswand entstanden sind.

2. Auch die äußere Begrenzung der beiderseitigen Felder stimmt ziemlich überein (Fig. b), und sie fällt auch mit der Besiedlungsgrenze vieler anderer Formen zusammen. Offensichtlich wird durch sie jenes Gebiet umschlossen, das auf Grund der nördlichen Lage des Höhleneinganges dem direkten Sonnenlicht nicht — oder nur in beschränktem Ausmaße während der Morgen- und Abendstunden — ausgesetzt ist. Die Grenze verläuft nicht genau senkrecht, sondern biegt nach unten zu weiter nach auswärts.

3. Die rückwärtige Grenze der beiden Felder ist verschieden. Die rechte Flanke des unterseeischen Tores wölbt sich gleichmäßig in das Grotteninnere, so daß hier auch die Lichtintensität ziemlich gleichmäßig abnimmt. An dieser Seite ist *Retepora* noch sehr weit rückwärts zu finden (Fig. b; d) und verliert sich dort allmählich. Die linke Torflanke dagegen bildet, wie ebenfalls aus der Skizze ersichtlich, eine ziemlich scharfe senkrechte Schwelle, wo auf beleuchtetes Gebiet unmittelbar tiefer Schatten folgt. Hier ist auch die Grenze für das Vorkommen von *Retepora* recht scharf gezogen.

Da ich keine künstliche Beleuchtungsquelle besaß und schwimmend auch keine Zeitaufnahmen machen konnte, war es mir nur möglich, einige Tierstöcke zu photographieren,

[5]) Über Wasser führt eine Höhle vom Grottengrund tiefer in den Felsen.

die an der äußeren Grenze wuchsen und zu früher Morgenstunde (rechte Seite) oder am späten Nachmittag (linke Seite) vorübergehend dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt waren (Taf. III, Fig. 10—12). Meistenteils saßen die Zoarien innerhalb von Gesteinsnischen, deren Form sich vor allem *S. Coutchii* besonders genau anzuschmiegen pflegt. Nur einige Exemplare von *S. septentrionalis* wuchsen auf Gorgonien, wo sie sich dann besonders gut nach allen Seiten entwickelt hatten und ein wirklich blütenhaftes Aussehen boten (Taf. III, Fig. 9).

Von den 246 in der Blauen Grotte gesammelten und alle einer genauen mikroskopischen Untersuchung unterworfenen Reteporenkolonien gehörten 103 *S. septentrionalis* und 120 *S. Coutchii* an, die übrigen 23 Exemplare verteilten sich auf 18 Stück der besonders zierlichen *S. Harmerii* spez. nov. und 5 Stück der ebenfalls neuen, *S. mediterranea* nahestehenden, *S. Feuerbornii*, die in zwei Formen auftritt. Die letztangeführten Reteporen wurden im rückwärtigen Teil der Grotte gefunden und waren an der etwas gröberen Fensterung sowie durch Tasten mit den Fingerspitzen an der glatten Oberfläche (keine Großavikularien) von *S. septentrionalis* leicht zu unterscheiden. Auch die typische *S. Coutchii* müßte sich durch bloßes Betasten an der viel feiner gerauhten Oberfläche (vorspringende Rostra) unterscheiden lassen, doch werden die Hände durch längeren Aufenthalt im Wasser so gefühllos, daß ich diese Unterscheidung stets erst heraußen an Land mit Sicherheit vornehmen konnte, wo *S. Coutchii* an dem mehr gelblichen Farbton ohne weiteres kenntlich ist. Der eben angeführten Zahlenangabe kommt insofern nur beschränkter Wert zu, weil innerhalb der Blauen Grotte durchaus nicht alle Kolonien gesammelt wurden, sondern noch eine weit größere Zahl dort verblieb. Immerhin wurde, um das Resultat nicht noch mehr zu verfälschen, von den beim Sammeln zerbrochenen Kolonien immer nur ein Bruchstück im Sammelnetz aufbewahrt. Von größerem Interesse ist ein in der obigen Gesamtsumme bereits einbezogenes Teilresultat: Von 64 Kolonien, die ausschließlich im rückwärtigsten Teil der rechten Höhlenseite (Fig. b; d) gesammelt worden waren, erwiesen sich nicht weniger als 63 *S. Coutchii* und nur eines *S. septentrionalis* zugehörig. Dagegen gehörten von 23 ausschließlich im vordersten Abschnitt gesammelten Reteporen 22 *S. septentrionalis* und eines *S. Harmerii* an, so daß hier *S. Coutchii* überhaupt nicht vertreten war. Neben der normalen *S. Coutchii* habe ich auch mehrere Stücke der von WATERS beschriebenen var. biaviculata gefunden, doch weil diese gemeinsam mit normalen Formen am gleichen Standort vorkommt und auch Zwischenstadien gefunden wurden, kann sie künftig nicht mehr als eine Varietät, sondern nur noch als eine besondere Wachstumsform gelten (vgl. p. 130 f.). Außerdem fanden sich neben einigen außergewöhnlich robusten Zoarienbildungen von *S. Coutchii* sowohl Formen dieser Art mit großer, als auch solche mit kleiner Fensterung. Während bei den ohne genauere Fundortbezeichnung innerhalb der Höhle gesammelten Exemplaren das Verhältnis 18 zu 13 zu ungunsten der großfenstrigen Form lautete, herrschte sie im rückwärtigen Höhlenteil mit 40 zu 3 Exemplaren vor. Dagegen gehörten alle Exemplare von *S. septentrionalis* der normalen auch sonst im Golf üblichen Form an, deren weitmaschige Fensterung jener der in griechischen Höhlen gefundenen Kolonien sehr ähnlich ist (Taf. VII, Fig. 35; Taf. VIII, Fig. 37). Bei genauerer mikroskopischer Untersuchung unterschieden sich allerdings, wie später noch auszuführen ist (vgl. p. 126 f.), allein innerhalb der Grotte nicht weniger als 7 verschiedene Ausbildungstypen, die aber durch alle Übergänge, auch in den Kombinationen der Merkmalsunterschiede, miteinander verknüpft sind. Da sich unter diesen Typen, welche nur die große Variabilität dieser Art kennzeichnen, nicht aber als systematische Einheiten zu werten sind, auch die von WATERS (1896) beschriebene *R. complanata* befand, mußte diese gestrichen werden (vgl. p. 125 f.). Auch bei der neuen *S. Harme-*

rii fanden sich verschiedene Ausbildungstypen, die zwar, jede für sich betrachtet, einen sehr charakteristischen Eindruck erweckten, dabei aber doch durch entsprechende Übergänge miteinander verknüpft, als bloße Variationen der gleichen Art kenntlich sind. Die typische *S. mediterranea* wurde in der Blauen Grotte nicht gefunden und ebensowenig die nach WATERS bei Capri sehr verbreitete *R. solanderia,* deren Vorkommen sich jedoch auf ziemlich große Tiefen zu beschränken scheint.

Nachdem zur Sicherheit auch im NO-, O- und SO-Teil von Capri an mehreren Punkten der dort steilabfallenden Felsküste sowie in der nur 6 bis 8 m tiefen Grotta Bianca erfolglose Tauchabstiege unternommen worden waren, wandte sich die Untersuchung den Faraglioni-Inseln zu, die sich auch erwartungsgemäß als sehr günstiges Gebiet erwiesen. Der erste Abstieg bei der Punta Tragara führte zum Auffinden einer schräg in die Tiefe absinkenden Gesteinsschwelle, die an einer Stelle in 14 m Tiefe (Abb. 4, Fig. b; 1) derart unterhöhlt ist, daß man durch das so entstandene Loch eben noch hindurchkriechen kann.

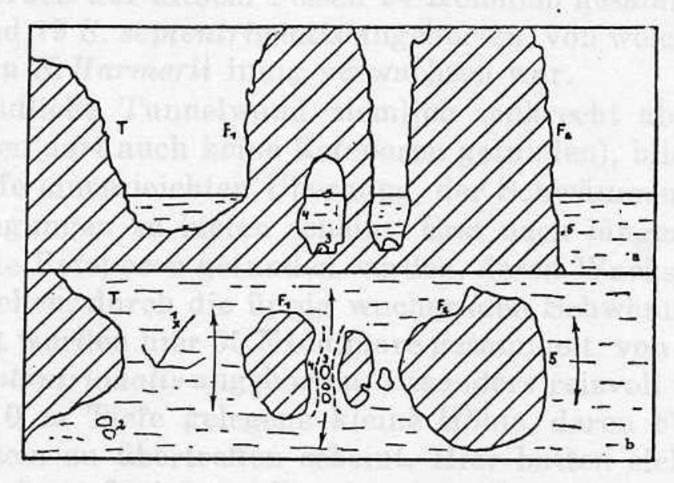


Abb. 4. Faraglioni-Inseln. Fig. a: Vertikalschnitt; Fig. b: Grundriß. T = Punta Tragara F_1, F_2 = erste und zweite Faraglioni-Insel. 1—5 = Fundortstellen.

Innerhalb dieser kleinen Höhle, die auch zeitweise Strömungen ausgesetzt sein dürfte, waren alle schattigen Stellen und besonders die Decke dicht mit Reteporen und anderen Bryozoen bewachsen. Mit Ausnahme einer schmalen, ebenfalls dicht besiedelten Spalte, in die ich mit dem Arm nicht ganz hineingelangen konnte, habe ich hier jedes sichtbare Exemplar gesammelt; es waren insgesamt 91 Stück, von welchen 71 *S. Coutchii* und nur 20 *S. septentrionalis* angehörten. Während jedoch unter diesen letzteren Exemplaren wieder fast alle in der Blauen Grotte gefundenen Ausbildungstypen vertreten waren, zeigten sämtliche hier gefundenen Zoarien von *S. Coutchii* typisch die kleingefensterte Wachstumsform.

Auf der anderen (westlichen) Seite des Kaps liegen in 10 bis 17 m Tiefe inmitten dichter Algenwiesen viele große Felstrümmer (Fig. b; 2), an deren einer Unterseite ich ein einzelnes Exemplar von *S. Coutchii* fand, welches aber hochinteressanterweise wieder der großgefensterten Form angehörte.

Stärker fühlbar als an der Punta Tragara war die Strömung innerhalb des auf Landschaftsmalereien so oftmals dargestellten Faraglioni-Tunnels (Abb. 4, F_1). Auch hier zeigte sich an den abstürzenden Felswänden deutlich, wie weit die Sonnenbestrahlung reicht. Während dort der Felsen ebenso öde und von sessilen Tierformen wenig besiedelt ist, wie an den anderen Seiten der schroffen Klippen, sind die im Schatten des Tunnels ge-

legenen Wände (vor allem an der nördlichen Seite; Fig. b; 4), von üppigem Bewuchs geziert, der jedoch wieder eine ganz andere Biozönose anzugehören scheint, als sie innerhalb der Blauen Grotte zu beobachten waren. Das Wasser im Tunnel ist auch ca. 20 m tief und infolge der Strömung auf dem Grund außerordentlich kalt. Es befindet sich dort eine Rinne mit flachem Boden und ein bis eineinhalb Meter hohen Seitenwänden. Dort habe ich an der östlichen Seite des Tunnels zwischen Gorgonien und zum Teil dem Licht direkt ausgesetzt 18 Kolonien von *S. septentrionalis* und 10 von *S. Coutchii* gesammelt. In der Mitte der Rinne liegen im Schatten des Tunnels mehrere große Steinbrocken (Fig. a, b; 3), deren einer an der Unterseite eines schräg vorspringenden Teiles eine besonders reichhaltige Bryozoenfauna aufwies. Der Bewuchs erstreckte sich zwar auch auf die anderen Seiten des Felsens, wurde aber dort weit spärlicher; auf der Oberseite, die hauptsächlich von kleineren Algen bewachsen war, fanden sich trotz des Umstandes, daß der Felsen zur Gänze im Schatten liegt, nur noch an den seitlichen Rändern vereinzelte kleinere Stücke. Neben einer Anzahl anderer Bryozoen wurden auf diesem Felsen 24 Kolonien gesammelt, von denen 2 *S. Coutchii*, 2 *S. Harmerii* und 19 *S. septentrionalis* angehörten, von welch letzteren eine mit einem weiteren Zoarium von *S. Harmerii* innig verwachsen war.

Während die südliche Tunnelwand ziemlich senkrecht abstürzt und weniger stark besiedelt ist (es wurden dort auch keine Reteporen gefunden), bildet die Nordwand (Fig. a, b; 4) bis zu 10 m Tiefe einen leichten Überhang, der Schwämmen und Korallen besonders günstige Lebensbedingungen zu bieten scheint. Erst nach längerem Suchen konnten hier gleichmäßig verstreute Reteporen gefunden werden, deren Wachstum, wie an den verkrüppelten Zoarien zu ersehen, durch die üppig wuchernden Schwämme sehr beeinträchtigt zu sein schien. Insgesamt wurden hier 55 Exemplare gesammelt, von welchen nur 2 *S. Coutchii* und alle übrigen *S. septentrionalis* angehörten. Besonders reizvoll ist an diesem Felsabsturz eine etwa in 8 bis 10 m Tiefe gelegene kleine Höhle, deren Formenreichtum jenen der Wände noch bei weitem zu übertreffen scheint. Hier hatten sich auf dem flachen Boden einige außergewöhnlich große (17 cm Durchmesser) Kolonien von *Myriozoon truncatum* EHRENBERG gebildet[6]), die deshalb in diesem Zusammenhang zu erwähnen sind, weil sich in ihrem dichten Geäst 3 größere (und an die 20 kleinere) Zoarien von *S. septentrionalis* entwickelt hatten, deren Faltenbildung derart der Stellung der Äste angepaßt war, daß diese meist ganz umschlossen, dabei aber fast an keiner Stelle berührt wurden, worüber später noch ausführlicher zu sprechen sein wird (p. 118 f.; Abb. 61).

Bei der Betrachtung aller innerhalb des Faraglionitunnels gesammelten Kolonien von *S. septentrionalis* zeigte sich, daß sie bedeutend kleinere Fenster ausbilden als jene aus der Blauen Grotte (Taf. VIII, Fig. 38). Es ergab sich somit hier unter den gleichen Voraussetzungen wie in Griechenland dieselbe Verschiedenheit in der Formbildung, nur mit dem Unterschied, daß hier die beiden Biotope: Höhle und Gebiet starker Strömung nur wenige Kilometer weit voneinander entfernt liegen, so daß die geographische Lage nicht mehr für diese Unterschiede verantwortlich gemacht werden kann. Was die von *S. Coutchii* an diesem Platz gesammelten Exemplare betrifft, so gehören auch sie ausnahmslos der kleinfenstrigen Form an, unterscheiden sich jedoch von den in der Blauen Grotte und bei Punta Tragara gesammelten kleingefensterten Stücken durch die Ausbildung etwas breiterer (aus mehr Zoözienketten bestehender) Äste. Die Exemplare von *S. Harmerii* unterschieden sich in ihrem zierlichen und weitmaschigen Wuchs nicht wesentlich von jenen aus der Blauen Grotte.

[6]) Für freundliche Bestimmung danke ich Herrn Dr. STROUHAL vom Wiener Naturhistorischen Museum.

Das letzte und vielleicht interessanteste Vorkommen wurde an einer engumgrenzten Stelle am Außenkap der Faraglionis (Abb. 4; Fig. a, b; 5) entdeckt, wo der nur spärlich bewachsene Felsen fast senkrecht bis 25 und 30 m in die Tiefe abstürzt. An einer einzigen Stelle dieser mächtigen Felswand befindet sich in 16 bis 18 m Tiefe ein ganz eigentümlicher, 3 m hoher und ca. 12 m breiter, scharf abgegrenzter, horizontaler Vegetationsstreifen, der von einer dichten Halimeda-Hecke gebildet wird (Taf. III, Fig. 13). Warum sich die Algen ausgerechnet an diesem Platz angesiedelt haben und mit Ausnahme einiger spärlicher Vorkommen weit näher an der Oberfläche nirgends sonst an der Felswand zu finden sind, ist mir unklar geblieben, möglicherweise sind kleine Felsnischen dafür maßgebend, die sich hier 10 bis 25 cm tief in den Felsen einsenken. In diesem dichten Gebüsch hatte sich eine reiche Bryozoenfauna entwickelt (allein über 20 verschiedene inkrustierende Formen konnten bei oberflächlicher Untersuchung der Blätter nachgewiesen werden), unter der auch Reteporiden zahlreich vertreten waren. Von insgesamt 34 gesammelten größeren Stücken gehörten 3 *S. Harmerii*, 4 der kleingefensterten *S. Coutchii* und die übrigen *S. septentrionalis* an, deren Fenster zwar schon wesentlich größer waren als im Faraglioni-Tunnel, aber doch die normale Größe noch nicht ganz erreichten[6a]). Die Zoarien saßen hier größtenteils den Blättern der Algen auf, und dies bot eine seltene Gelegenheit, auch früher Jugendstadien habhaft zu werden, die noch wenig bekannt sind und naturgemäß gerade für eine Analyse der Formbildung von besonderer Wichtigkeit sein mußten. Hatte sich das Suchen nach solchen Jugendstadien auf den in griechischen Höhlen gesammelten Gesteinsstücken bei der bunten Vielfalt der darauf ausgebildeten Mikrolandschaften als ziemlich aussichtslos erwiesen, so konnte es auf den glatten Blättern von Halimeda nicht allzu schwer fallen, zwischen den anderen darauf angesiedelten, inkrustierenden Bryozoen auch die gewünschten ersten Stadien einer Reteporenkolonie zu finden. Ich habe deshalb ein Teil des Halimedagebüsches „abgemäht", und tatsächlich fanden sich später auf den in Formol konservierten Algen über 50 der gewünschten Jugendstadien und sogar noch einige einzelstehende Ancestrulae.

c) Bei Rovigno.

Im Küstengebiet von Rovigno ergab sich, wie schon ausgeführt, nur die Gelegenheit zu einem einzigen Tauchabstieg, der auf Anraten PIERROS, des als Taucher ausgebildeten Dieners des Institutes, an der SW-Spitze einer der kleinen benachbarten Inseln durchgeführt wurde. *S. septentrionalis* ist in Rovigno gemein und tatsächlich erwies sich an dem bezeichneten Platz in 20 m Tiefe der Meeresgrund als besonders ergiebig. Anfänglich wurde vor allem die Unterseite der vielen dort liegenden, von dichten Cystoseirawäldern überdeckten Felsstücken untersucht, doch fanden sich dort zwar viele schöne Exemplare anderer Bryozoen, doch keine einzige Retepore. Zufällig lenkte dann ein gelblicher[7]) Schimmer zwischen den Algen meine Aufmerksamkeit auf sich, und beim Auseinanderbiegen des Gebüsches fand ich dort — wie versteckte Ostereier — eine Reihe schönster Reteporenzoarien, die hier offenbar stets so wachsen, daß sie von den Pflanzen völlig überdeckt sind. (Dem Felsen aufsitzend habe ich dort kein einziges Stück gefunden.) Nun ging die Arbeit rasch vonstatten, denn es genügte ja, die Büsche auseinanderzubiegen, und überall fanden

---

[6a]) Bei Vergleichen verschieden großer Zoarien muß man vorsichtig sein, weil die Kolonien in ihrer „Jugend" vielfach kleinere Fenster auszubilden pflegen.

[7]) In 20 m Tiefe sind die Rotstrahlen des Sonnenlichtes durch das Wasser bereits völlig absorbiert, so daß man statt rot einen gelblichen Farbton sieht.

sich Zoarien von teilweise sehr beträchtlicher Größe. Sämtliche 37 gesammelten Exemplare gehörten *S. septentrionalis* an und zeichneten sich im Leben durch besonders leuchtend rote Färbung aus. Die Art der Fensterung entspricht bemerkenswerterweise jener der bei Litha Donisia gefundenen Kolonien.

3. Bemerkungen zur Ökologie und Biologie von S. septentrionalis.

Wenn wir zusammenfassend auf die vorstehende Charakterisierung zurückgreifen, dann zeigt sich, daß offenbar mehrere Faktoren auf die Verbreitung von *S. septentrionalis* Einfluß nehmen. Wollen wir sie ihrer Bedeutung entsprechend aneinanderreihen, dann ist der Einfluß des Lichtes an erster Stelle zu berücksichtigen, auf welchen bereits MARKUS (1926, p. VII, c, 28) hinwies, als er das hauptsächliche Vorkommen inkrustierender Cheilostomen solchen Substraten zuschrieb, die vor direkter Besonnung geschützt sind. Während gewöhnlich *S. septentrionalis* erst in mehr als 40 m Tiefe gefunden wird, trafen wir sie in Höhlen (Piperi, Planit, Blaue Grotte, Faraglionitor) und an sonstigen, schattigen Stellen (Strongil, Punta Tragara, Halimedagebüsch des Faraglionikaps, Cystoseirawald bei Rovigno) auch in geringeren Tiefen an. Besonders deutlich offenbarte sich der Einfluß des Lichtes in der äußeren Begrenzung der innerhalb der Blauen Grotte besiedelten Felder, die ganz offensichtlich mit der Stellung der Sonne in Zusammenhang steht. Ich habe dort auch versucht, mit einem photoelektrischen Belichtungsmesser (in wasserdichter Umhüllung) einige Messungen vorzunehmen, doch änderten sich die Lichtverhältnisse mit der Tageszeit und dem Wetter ganz beträchtlich, und sie waren auch am gleichen Platz sehr verschieden, je nachdem die betreffende Stelle mehr oder weniger dem Licht zugewandt bzw. im Schatten liegt. Im großen und ganzen aber bestätigte sich die naheliegende Vermutung, daß die Lichtverhältnisse des von *S. septentrionalis* besiedelten Höhlenbereiches jenen in ca. 40 bis 100 m Wassertiefe entsprechen, wo diese Art vornehmlich gefunden wird. Führt man diesen Gedanken weiter, dann stünde zu erwarten, daß *S. Coutchii*, deren Verbreitung innerhalb der Höhle sich auf ein noch tiefer im Schatten gelegenes Bereich beschränkt, dementsprechend auch erst in größeren Tiefen vorkommen müßte. Dafür spräche auch die Angabe von HINCKS (1880), daß *S. Coutchii* im „tiefen Wasser" (über 40 Faden) vorkomme, nicht aber beispielsweise das Ergebnis der Expedition des „Travailleur" (CALVET, 1906), wo sie gleich *S. septentrionalis* vornehmlich in 40 bis 100 m Tiefe gefunden wurde.

Der Umstand, daß im noch dunkleren Teil der Höhle das Besiedlungsgebiet der Reteporen wieder endet, ließe sich auf der rechten Torflanke mit im rückwärtigen Höhlenteil herrschenden, ungünstigeren Ernährungsbedingungen erklären. Doch da auf der linken Torseite, wo Derartiges nicht in Frage kommt, die Besiedlung noch plötzlicher endet, muß wohl angenommen werden, daß die Verbreitung innerhalb der Grotte und damit möglicherweise auch die bathymetrische Verbreitung nicht nur in einer, sondern nach beiden Richtungen zu durch Lichtverhältnisse begrenzt wird. Versucht man auf Grund dieser Folgerung, noch einen Schritt weiterzugehen und sich zu fragen, in welcher Weise denn das Licht überhaupt auf diese Tiere Einfluß nehmen kann, dann ergeben sich vier interessante Möglichkeiten: a) Die Larven sind lichtempfindlich und setzen sich nur an Stellen ganz bestimmter Helligkeit fest. b) Die Entwicklung der Larve zur Ancestrula wird durch zu starke oder zu geringe (??) Lichteinwirkung verhindert. c) Es wird das Wachstum der Zoarien durch die Einwirkung des Lichtes verhindert. d) Es besteht eine Abhängigkeit von anderen tieri-

schen oder pflanzlichen Organismen, die ihrerseits nur innerhalb bestimmter Lichtverhältnisse leben können bzw. gerade diese meiden, sofern es Feinde sind. Ohne der notwendigen experimentellen Prüfung vorgreifen zu wollen, sei hierzu bloß folgendes bemerkt: Gegen a) ist einzuwenden, daß es zur Hälfte aller Zeit, nämlich bei Nacht, überall dunkel ist; b) könnte tatsächlich die obere, doch kaum die untere Grenze erklären. Wenn sich gelegentlich Zoarien auch im Sonnenlicht wachsend vorfanden, dann kann dies noch nicht als Gegenbeweis gelten, weil die Stelle, wo die Ancestrula sich festsetzte, sich deshalb noch immer im Schatten befunden haben kann. Dagegen spricht dieser Umstand eindeutig gegen c), weil solche, stärkerem Licht ausgesetzte Zoarien durchaus kein irgendwie beschränktes Wachstum erkennen ließen. d) Wird möglicherweise zumindestens mit der unteren Grenze in Verbindung gebracht werden dürfen und sich wahrscheinlich auf Ernährungsbedingungen beziehen; wie man sich allerdings daraus die scharfe Besiedlungsgrenze an der linken Eingangsschwelle zur Blauen Grotte erklären können soll, bleibt höchst problematisch.

Der zweite Faktor, der das Vorkommen von *S. septentrionalis* offenbar beeinflußt, sind Strömungen, durch welche sowohl die Sauerstoffzufuhr erhöht, als auch die Ernährungsbedingungen verbessert werden. In Gebieten stärkerer Strömungen (Litha Donisia, wahrscheinlich auch Elephteri, Faraglionitor) findet ebenfalls eine Besiedlung durch *S. septentrionalis* in weit geringeren Tiefen statt, wobei dann offenbar auch mehr Licht als sonst ertragen wird. Auffallend ist das besonders seichte Vorkommen (bis 10 m Tiefe) bei Litha Donisia, doch muß dabei wohl auch berücksichtigt werden, daß innerhalb der Meerenge das Wasser meist trübe ist. Eine günstige Verquickung zwischen Strömungen und Schatten fand sich in der Höhle von Planit, im Faraglionitunnel sowie auch am Eingang zur Blauen Grotte, und tatsächlich wurde dort auch das seichteste Vorkommen (bis ca. 6 m Wassertiefe) festgestellt, dem wahrscheinlich die Wirksamkeit der Brandung diese oberste Grenze setzt.

Sehr kompliziert wird die Beurteilung dadurch, daß sowohl schattige Gebiete als auch solche mit starker Strömung durchaus nicht immer gleichmäßig besiedelt sind. Es kann hier von den vielen in Griechenland und Capri negativ verlaufenen Untersuchungen schattiger oder von Strömungen getroffener Plätze abgesehen werden, und es genügt, auf drei Beispiele hinzuweisen: a) Warum beschränkte sich die Verbreitung innerhalb der Höhle von Planit auf einen einzigen klarumgrenzten Platz, obwohl es dort vor allem in der Nebenhöhle auch andere Stellen gab, die in bezug auf Schatten, Strömung und Brandung ebenso günstige Verhältnisse geboten hätten? b) Warum fand sich an und unterhalb der Gesteinsschwelle in der Enge von Litha Donisia keine einzige Retepore, obwohl sich kaum 150 m entfernt jener so stark besiedelte Ort befand und die Larven in Unzahl von der Strömung direkt dorthin getragen werden müssen? c) Warum war innerhalb des Faraglionitunnels nur die Nordseite besiedelt und warum erstreckte sich die Besiedlung des in der Rinne liegenden untersuchten Steines nur auf den Ostteil, obwohl er sich doch zur Gänze im Schatten und der Strömung ausgesetzt befand? Diese Fragen führen alle zu der Folgerung, daß die Verbreitung dieser Reteporen auch sehr wesentlich von der Zusammensetzung der einzelnen Biozönosen abhängt, daß also Ernährungsbedingungen, Feinde und Formen der Vergesellschaftung von wesentlicher Bedeutung sind, für deren nähere Charakterisierung mir leider noch jeder Anhaltspunkt fehlt. Damit darf wohl auch in Zusammenhang gebracht werden, daß nirgends (wo genau untersucht wurde) völlig isoliert auftretende Formen beobachtet wurden, und Gebiete, in welchen *S. septentrionalis* wirklich

anzutreffen war, sich dann auch in der Regel als ziemlich dicht besiedelt erwiesen. Es hat den Anschein, als müßte sich die Art an einem Platz erst richtig durchsetzen, woraufhin aber dann die normalen Grenzen auch überschritten werden können. So fanden sich beispielsweise am Eingang zur Blauen Grotte und auch im Faraglionitor noch in 12 bis 14 m Tiefe einige Kolonien, die zeitweise dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt waren, während an den übrigen Küsten von Capri und der Insel vor Massa Lubrence auch die Untersuchung schattiger Stellen bis in 30 m Tiefe überhaupt keinen einzigen Fund brachte.

Neben diesen drei hauptsächlichen Faktoren hat auch die F a c i e s d e s M e e r e s g r u n d e s bzw. das S u b s t r a t, auf welchem sich die Kolonien festsetzen, sicherlich eine gewisse Bedeutung. In den Höhlen (Piperi, Planit und Blaue Grotte) saßen die Kolonien gesammelter Sertellen fast ausschließlich direkt dem Felsen oder einer ihn überdeckenden Kalkschicht auf, ansonsten dienten Algen wie Halimeda (Faraglionikap und auch Litha Donisia), Cystoseira (Rovigno) oder andere Arten (Elephteri), weiter Schwämme (Litha Donisia, Faraglionitunnel Nordwand), Serpuliden (Planit), Gorgonien (Blaue Grotte, Faraglionitor), aber auch rostiges Eisen (Elephteri, Wrack) sowie andere Bryozoen und vielfach auch eigene abgestorbene Kolonien als Substrat. Bemerkenswert ist auch an dieser Stelle, daß ich auch mehrfach (nicht durch mich) losgebrochene Zoarien bzw. Zoarienteile am Grund liegend fand, die sich aber trotzdem noch gut am Leben erhalten hatten.

Hier können auch einige Beobachtungen angereiht werden, die sich auf das A u s s c h w ä r m e n d e r L a r v e n beziehen. Die Untersuchung der auf Halimedablättern (Faraglionikap) gebildeten Jugendstadien führte nebenbei auch zu der eigentümlichen Feststellung, daß hier Kolonien sämtlicher Altersstufen vertreten waren: Neben noch alleinstehenden Ancestrulae gab es Jugendstadien von 2 bis 6 Generationen, dann solche mit eben beginnender Fensterbildung, weiter kleine und größere Primärtrichter sowie Zoarien mit beginnender Faltenbildung, und ausgewachsene Kolonien; sämtliche Übergangsstadien waren vorhanden. Da aber einerseits angenommen werden darf, daß die Wachstumsgeschwindigkeit von Zoarien der gleichen Art innerhalb des gleichen Biotopes ziemlich konstant bzw. nur durch jahreszeitliche Schwankungen gleicherweise beeinflußt ist, und anderseits die Entwicklung der Zoözien ziemlich langsam vor sich geht[8]), scheint daraus eindeutig hervorzugehen, daß die Larven von *S. septentrionalis*, zumindestens innerhalb dieses Biotops, keine vorzügliche Schwärmperiode besitzen, sondern zu allen Jahreszeiten gleichmäßig zur Entwicklung gelangen. Dies würde darauf hinweisen, daß diese Art weitgehend eurytherm ist und das kommt ja schließlich auch in der bathymetrischen und geographischen Verbreitung bestens zum Ausdruck. Anders scheint es sich bei *S. Coutchii* zu verhalten, bei welcher ich an älteren Kolonien, die in der Zeit zwischen dem 13. und 15. Juli gesammelt worden waren, eine große Zahl von Ancestrulae fand, die meist noch allein standen oder allerhöchstens vier Generationen ausgebildet hatten. Das scheint darauf hinzuweisen, daß bei *S. Coutchii* das Ausschwärmen der Larven doch, wie es FRIEDL (1925) für andere Bryozoen angegeben hat, in der Zeit Juni—Juli (und nochmals im Herbst?) erfolgt, was im Anschluß an das vorher Gesagte deshalb bemerkenswert ist, weil *S. Coutchii* mit ebensogutem Recht als besonders eurytherm zu bezeichnen ist, wie es MARKUS (1926, p. VII, c, 15) für *S. septentrionalis* angegeben hat.

Was die K o r r e l a t i o n z w i s c h e n d e r W u c h s f o r m u n d d e m S u b s t r a t einerseits sowie dem Standort anderseits betrifft, so bieten die schon teilweise dargelegten Unter-

[8]) An den in der Blauen Grotte mit Bleidraht markierten Zoarien war bei der letzten Untersuchung nach 10 Tagen bloß ein Zuwachs von höchstens ⅓ bis ½ Zoözienlänge erfolgt.

suchungen mancherlei neue Anhaltspunkte, um so mehr als bisher anscheinend überhaupt noch keine freilebenden Reteporiden beobachtet worden sind. HARMER (1934, p. 512) vermutete, daß die einfache „saucer-shaped condition" sich besonders für eine Kolonie eigne, welche auf flachem Grund lebt, doch kommt dieser Folgerung nur geringe praktische Bedeutung zu, weil doch auch viele stark gefaltete Reteporiden von einer solchen Ausbildungsform ihren Ursprung nehmen. Trichterstadien fand ich in allen möglichen verschiedenen Lagen, nur gerade solche, die senkrecht aufragten, waren eigentlich selten. Fast immer saßen sie seitlich am Substrat und auch sehr oft in kleinen Felsnischen. Erstaunlich ist dabei die Fähigkeit der wenig gefalteten, kleinfenstrigen Form von *S. Coutchii,* sich haargenau der Form des Substrates anzuschmiegen, ohne anscheinend dasselbe zu berühren. Unter den in der Blauen Grotte gesammelten Stücken befindet sich auch eine Anzahl von sehr absonderlicher Gestalt, deren Zustandekommen man überhaupt nicht erklären könnte, sofern man nicht weiß, daß sie nichts weiter als den wahrheitsgetreuen „Abguß" von Gesteinsnischen darstellen (vgl. p. 118). Ähnlich verhält es sich auch mit sekundären Röhrenbildungen, wie sie für manche Reteporiden als charakteristisch beschrieben wurden. Während *S. septentrionalis,* wenn überhaupt, nach außen orientierte Röhren zu bilden pflegt, schlossen sich sämtliche an der Nordwand des Faraglionitores gesammelten Exemplare zu Röhren, in welchen die Orificien nach innen gerichtet waren. Es dürfte dies dadurch zustande gekommen sein, daß das Wachstum dieser Tierstöcke durch andere sessile Formen (vorzüglich Schwämme), die möglicherweise schneller wuchsen, mehr und mehr eingeengt wurde, so daß sich diese Bildung dann ganz von selbst und zwangsläufig ergab. Besonders gut können sich dagegen die Zoarien dann ausbreiten, wenn sie Gorgonien oder Algen aufsitzen, so daß ihrer Entwicklung auf keiner Seite eine wesentliche Hemmung entgegentritt.

Was die Korrelation zwischen Standort und Formbildung des Zoariums betrifft, so haben wir schon mehrfach darauf hingewiesen, daß *S. septentrionalis* in Höhlen besonders weitmaschige und wenig gefaltete Formen, in starken Strömungsgebieten (und bei Rovigno!) dagegen kleiner gefensterte und stark gekrauste Zoarien ausbildet. In einem späteren Abschnitt werden wir näher darauf eingehen, wie diese Unterschiede in der Formbildung zustande kommen, und es wird sich dabei zeigen, daß sie sich offenbar auf die in einem Standort herrschenden Lebensbedingungen zurückführen lassen (vgl. p. 199).
